

**Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft**

PTE-S Nr. 15

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

Berichtszeitraum: 01. Juli - 31. Dezember 2007

Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe
Bereich Wassertechnologie und Entsorgung
im Auftrag des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung

**Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
April 2008**

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.

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 Technologie (BMWi) 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 PTKA-WTE u. a. für BMBF, Referat 713, 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 PTKA-WTE *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 Schließung 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.

Das Stilllegungsprojekt des Forschungsreaktors TRIGA Heidelberg II ist seit dem 31.12.2006 abgeschlossen, daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 13 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.

Da Referat 713 eine koordinierende Zuständigkeit für Strahlenforschung übertragen bekam, werden seit 2002 auch **Strahlenforschungsvorhaben** gefördert. Diese sind ebenfalls in Teil 2 aufgeführt.

Inhaltsverzeichnis

1 Stilllegungsprojekte des BMBF	1
1.1 FZ Jülich.....	1
Merlin.....	2
1.2 AVR.....	5
1.3 FZ Karlsruhe.....	9
HDB	10
KNK	12
MZFR.....	14
1.4 WAK	17
1.5 THTR 300	21
1.6 Schachanlage Asse bei GSF.....	25
1.7 Projekt MAREN bei GKSS	29
2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“.....	33
2.1 Fördervorhaben	33
2.2 Formalisierte Zwischenberichte	37
2.3 Ausführende Forschungsstellen	105

1 Stilllegungsprojekte des BMBF

1.1 FZ Jülich

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Postfach 11 60, 52412 Jülich	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung und Abbau des Forschungsreaktors FRJ-1 (MERLIN)	
Laufzeit des Vorhabens: 1996 bis voraussichtlich 2009 *) <small>*) ohne Rückbau Betriebs-, Versorgungs- und Hygienegebäude</small>	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 30,1 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Stahn

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Der Forschungsreaktor FRJ-1 (MERLIN) wurde nach ca. 21 Betriebsjahren 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.

Der Rückbau der Anlage erfolgt seit 1996 auf der Basis mehrerer Teilgenehmigungen, die inhaltlich im Wesentlichen wie folgt abgegrenzt sind:

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

Die Arbeiten, die sich aus den Positionen 1. bis 3. ergeben, sind vollständig abgeschlossen.

Das Projektziel „Freimessen der Reaktorhalle mit anschließender Entlassung aus dem Anwendungsbereich des Atomgesetzes“, welches das Ende der Arbeiten entsprechend Position 4 der zuvor genannten Tätigkeiten bedeutet, wird voraussichtlich Ende September 2007 erreicht.

Bei den Nebengebäuden wird mit dem Abschluss maßgeblicher Arbeiten in 2008 gerechnet.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Mit der Bewilligung der Förderungsmittel des Bundes konnten die weit fortgeschrittenen und vor dem Abschluss stehenden Arbeiten weiterhin mit hoher Priorität durchgeführt werden:

2.1 Freimessung der Reaktorhalle

Nach der bereits im 1. Halbjahr 2007 erfolgten Freimessung der Anlagenräume des FRJ-1 (Pumpen-, Behälter- und Filtrerräume) wurden im 2. Halbjahr 2007 unter konsequenter Beachtung des geplanten und genehmigten Rückzugskonzepts die Experimentierebene und der Ringraum frei gemessen. Das gewählte Rückzugskonzept, basierend auf einer vom Gutachter regelmäßig überwachten gerichteten Strömung, hat sich dabei als gut geeignet herausgestellt. Aufgrund der konsequent umgesetzten und regelmäßig überprüften Ausführung standen Fragen der Rekontamination nie zur Debatte. Ebenso hat sich das speziell zur Dekontamination und Freimessung des Krans und der Kuppel konzipierte Hängegerüst am 10MG-Hallenkran ausgezeichnet bewährt.

Anfang September 2007 wurden die Entscheidungs- und Kontrollmessungen in der Reaktorhalle abgeschlossen. Mit Schreiben vom 23.11.2007 wurden die Reaktorhalle und die Reaktorhallenanbauten des FRJ-1 nach § 29 StrlSchV uneingeschränkt freigegeben und aus dem Regelungsbereich des Atomge-

setzes (AtG) entlassen. Im Anschluss wurden die Lüftungsanlagen abgeschaltet und die Emissionsüberwachung wurde außer Betrieb genommen.

2.2 Konventioneller Abriss der Reaktorhalle

Im Berichtszeitraum wurde der konventionelle Abriss der Reaktorhalle ausgeschrieben und vergeben. Zudem wurden zwecks Auflagenerfüllung aus der zuletzt erteilten Teilgenehmigung Probenahmen außerhalb der Reaktorhalle durchgeführt. Zur Festlegung der entsprechenden Probenahmeorte wurde bereits vorab ein Beweissicherungsprogramm aufgestellt, dem von der Aufsichtsbehörde zugestimmt wurde. Hintergrund der entsprechenden Probenahmen ist der Nachweis der Kontaminationsfreiheit des beim Abriss der Reaktorhalle anfallenden Bodenaushubs. Die Probenahmen für das Beweissicherungsprogramm wurden im Beisein des Gutachters durchgeführt, mit den Messungen an den Proben mit anschließender Auswertung wurde begonnen.

Mit dem Abschluss des konventionellen Abrisses kann Mitte 2008 gerechnet werden.

2.3 Nebengebäude

Die Tätigkeiten in den Nebengebäuden wurden im 2. Halbjahr 2007 fortgesetzt.

Das Isotopenlabor im Hygienegebäude einschließlich der Lüftungsräume wurde entkernt und dekontaminiert. Die Freimesstätigkeiten wurden bis auf die Kontrollmessungen abgeschlossen.

Der Abbau der Zu- und Abluftanlagen wurde ausgeschrieben und vergeben. Mit der Freischaltung der Anlagen wurde bereits begonnen und beweisichernde Messungen an der Zuluftanlage durchgeführt.

Die Änderungsanzeigen für die restlichen Kontrollbereiche der Nebengebäude wurden erstellt und die entsprechenden Ausschreibungen durchgeführt sowie Aufträge vergeben.

Der überwiegende Teil der konventionell genutzten Räume der Nebengebäude wurde bereits entkernt und auch hier wurde bereits mit der Durchführung von beweisichernden Messungen begonnen.

Aus heutiger Sicht gehen wir davon aus, dass die Maßnahmen weitestgehend in 2008 abgeschlossen werden können.

3. Geplante Weiterarbeit

- Konventioneller Abriss der Reaktorhalle
- Kontrollmessungen der Abteilung S und des Gutachters zur Freimessung des Isotopenlabors
- Abbau der Zu- und Abluftanlagen und Freimessung der betroffenen Raumbereiche
- Einreichung der Änderungsanzeigen für die Entkernung, Dekontamination und Freimessung der noch verbliebenen Kontrollbereiche in den Nebengebäuden
- Entkernung der konventionellen Raumbereiche mit anschließenden Beweis sichernden Messungen

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

Sachstandsberichte an BMBF (Bund) und MSWWF (Land)

5. Kosten

Kosten bisher (von 1996 bis 2006):	26,60 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (Ansatz 2007):	1,96 Mio. €
Zukünftige Kosten:	ca. 1,50 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

1.2 AVR

Zuwendungsempfänger: AVR GmbH, Wilhelm-Johnen-Straß3, 52428 Jülich	
Vorhabensbezeichnung: Vollständiger Abbau des AVR-Anlage	
Laufzeit des Vorhabens: 1987 bis 2013	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 398,7 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Rittscher

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Der AVR - Versuchsreaktor 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. Nach der jetzigen Planung soll die Kraftwerksanlage vollständig zurückgebaut werden, nachdem der Reaktorbehälter (RB) als Ganzes gezogen und außerhalb der Anlage bis zu seiner späteren Zerlegung zwischengelagert worden ist.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Im Rahmen der Modellversuche des Vorhabens „Befüllen des RB mit Porenleichtbeton“ zeigte sich, dass unter anderem die Anzahl der Stutzen und Sondenanschlüsse erhöht werden musste, was zu Mehraufwand führte. Im Beisein der Behörde und Gutachter wurden die Versuchsreihen im November erfolgreich abgeschlossen. Mit dem Aufbau der Befülllogistik wurde begonnen.

Die unterhalb des Reaktors laufenden, vorbereitenden Arbeiten für die Befüllung der *Ab-schaltstabhüllrohre* mit Silikon sind abgeschlossen.

Auf der *+11-m-Bühne* im Schutzbehälter wurde die Demontage der Anlagenteile abgeschlossen, das Rundlaufgerät ist zerlegt. Parallel konnte die Demontage und der Verschluss des Sperrspaltrohres auf der *+1,7-m-Bühne* durchgeführt werden.

Außerhalb des Schutzbehälters fand nach Abschluss der Demontage des *Reaktordaches* die Zerlegung und Entsorgung der Wasserhochbehälter statt.

Die *Genehmigung zum Vollständigen Abbau* der Anlage und die *Zuwendungsgenehmigung* erwartet AVR im 2. Halbjahr 2008. Alle Unterlagen wurden in 2007 eingereicht.

Im 4. Quartal wurde für das *RB-Lager* die Baugenehmigung erteilt. Mit den Bauarbeiten soll Mitte 2008 begonnen werden.

Die Arbeiten zum Bau des *Abfall-Lagers (Halle V)* wurden fortgesetzt. Die planmäßige Übergabe an den Betreiber FZJ erfolgt im April 2008.

Der *Betrieb* der Restanlagen verlief im Berichtszeitraum ohne Besonderheiten.

Das Mess-Programm zur Überwachung der *Bodenkontamination des Betriebsgeländes* wird gemäß den behördlichen Vorgaben weiter kontinuierlich durchgeführt.

Der *Wechselschichtdienst* wird unverändert fortgesetzt.

3. Geplante Weiterarbeit

- Weiterführung der Demontearbeiten der elektro- und verfahrenstechnischen Anlagenteile im Schutzbehälter
- Abschluss der Demontearbeiten der Wasserhochbehälter, Montage des Verschluss-Systems 1
- Weiterführung des Aufbaus der Infrastruktur zur Verfüllung des Reaktorbehälters mit Porrenleichtbeton

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

Controllingberichte an BMBF, BMF (Bund) und MIWFT (Land)

Sachstandsberichte an BMBF, BMF (Bund) und MIWFT (Land)

The AVR (HTGR) Decommissioning Project with New Strategy, Sep. 2007 ICEM (Rittscher/Sterner)

5. Kosten

Kosten bisher (von 1987 bis 2006):	265,0 Mio. €
Kosten Januar-Dezember 2007:	22,6 Mio. €
Zukünftige Kosten:	<u>111,1 Mio. €</u>
	398,7 Mio. €

Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 % (bis 31.03.2003)
	Bund 70 %, Land 30 % (ab 01.04.2003)

1.3 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: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 113,0 Mio. €	Projektleiter: NN

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 MZFR und KNK wurden/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

Es fanden weiterhin keine Rückbaumaßnahmen statt.

- MAW-Eindampfanlage, Bau 555
Die weiteren Rückbau-Maßnahmen sind vom Rückbau der alten LAW-Eindampfung (s. u.) abhängig.
- LAW-Eindampfungsanlage I und Zementierung II, Bau 545
Die Planung des Rückbaus wurde abgeschlossen. Ein entsprechendes Gutachten des Sachverständigen liegt vor. Der Entwurf der Rückbaugenehmigung wurde im Mai 2007 gestellt. Im Juni 2007 wurde das Ministerium gebeten, das beantragte Genehmigungsverfahren bis zum Abschluss der Entsorgungsaufgaben aus dem VEK-Betrieb ruhen zu lassen (s. Punkt 3).

3. Geplante Weiterarbeit

- LAW-Eindampfung I und Zementierung II, Bau 545:
LAW-Eindampfung I u. Zementierung II (Bau 545): Im Juni 2007 wurde das Ministerium gebeten, das beantragte Genehmigungsverfahren zum Rückbau ruhen zu lassen. Der Grund dafür ist, dass die Anlagen für die Konditionierung des Flüssig-Abfalls aus dem Betrieb der VEK benötigt werden. Nach Ende der Verglasung wird die Wiederaufnahme des Genehmigungsverfahrens beantragt.

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

Keine

5. Kosten

Kosten bisher (von 1994 bis 06/2007):	12,04 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	0,04 Mio. €
Zukünftige Kosten:	100,92 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 2011	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 309,0 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Brockmann

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.

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. Abbau Sekundärsysteme, Tertiärsystem, Objektschutz, Blendenverstelleinrichtung, Wechselmaschine; Entsorgung von Brennelementen, Primär- u. Sekundärnatrium (1.- 5. SG)
2. Umstellung der E-Versorgung und Abriss von Gebäuden (6. SG)
3. Verbleibende Arbeiten zum Abbau der Primärsysteme (7. SG)
4. Abbau der Primärsysteme (8. SG)
5. Ausbau Reaktortank und Abbau biologischer Schild (9. SG)
6. Abbau Hilfssysteme, Freimessen u. Abriss der 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

Die im Rahmen der 9. SG durchgeführten Demontearbeiten am Reaktortank und dessen Einbauten wurden erfolgreich abgeschlossen.

Für den Abbruch der Wärmeisolierung und Ausbau der Primärabschirmung wurden die Beschaffungen eingeleitet bzw. weitergeführt. Die Planungen zum Abbau des aktivierten Teils des biologischen Schildes wurden bis auf Detailpunkte in ein fertiges Rückbaukonzept überführt. Parallel zu den Planungsarbeiten wurden auch die erforderlichen technischen Spezifikationen für die Gerätebeschaffungen erstellt.

Für die Rückholung der 7 Stück Kühlfallen von HDB und die Nachzerlegung bei KNK wurden die benötigten Hilfsmittel beschafft und der Nachzerlegeplatz gemäß den Gutachtensbedingungen aus der Änderungsgenehmigung zur 9. SG vom 12.01.2007 angepasst und ausgestattet. Die Abnahme durch den Gutachter dauert noch an.

Nach der Demontage der Reaktortankeinbauten im Juni 2007 konnten im Oktober auch die Rückbauarbeiten am Innentank sowie am Reaktordoppeltank zum Abschluss gebracht werden. Mit dem Ziel eines beschleunigten Ausbaus der Reaktortankflansche ist vorgesehen, die Flansche entgegen der ursprünglichen Planung in vier Segmenten auszubauen.

Zur Minimierung der Dosisbelastung des Personals beim Ausbau der Na-Austrittsleitungen wurden die zum Einsatz kommenden Maschinen (u. a. Innenrohrtrennvorrichtung) an einer Nachbildung der Rohrdurchführungen erprobt, fein justiert sowie die manuellen Arbeitsschritte realitätsnah einstudiert. Im Anschluss wurden die beiden Na-Austrittsleitungen demontiert. Nach erfolgter Na-Reinigung mit der mobilen Stickstoff-Befeuchtungsanlage wurden die Rohre der HDB übergeben. Bezüglich des Ausbaus der Na-Eintrittsleitung mit dem noch vorhandenen Reststück des Hüllrohrbündels der Blendenverstellereinrichtung wurden weitere Vorbereitungen getroffen, um Anfang 2008 mit der Demontage beginnen zu können.

Die für die Arbeitspakete 1 und 2 im Paket 2 der 9. SG erforderlichen Umrüstmaßnahmen befinden sich mit den eingeleiteten Beschaffungen in einem weit fortgeschrittenen Stadium. Der Umbau der Einhausung wurde mit der Änderungsanzeige 09/2006 beantragt und ist genehmigt. Der Manipulator TA40 für den Ausbau der Wärmeisolierung, das Hebewerkzeug für die Demontage der Primärabschirmung und die Gusskörper für den Mockup wurden bereits geliefert. Die neue Lüftungsanlage befindet sich auf dem Gelände der KNK. Die Fertigstellung der Säge für die Zerlegung der Primärabschirmung und des Zellenkrans sowie der Reaktorschachtabdeckung befinden sich in einem weit fortgeschrittenen Stadium.

Für die Erprobung der Maßnahmen „Demontage Wärmeisolierung“ und „Abbau und Entsorgung Primärabschirmung“ wurden Krannachrüstungen im MZFR-Maschinenhaus ausgeführt. Die für die Aufstellung des Mockups und den Betrieb des Teststands erforderlichen Stahlbühnen sind fertig montiert. Der Schalungstank-Mockup befindet sich in der Ausschreibung.

Aufgrund des geänderten Abbaukonzeptes von Paket 2 (Demontage Wärmeisolierung, Abbau und Entsorgung Primärabschirmung, Abbau und Entsorgung des aktivierten Teils des Biologischen Schildes mit Einbauten, geschätzte Dauer 3 Jahre) wurde eine Änderungsanzeige zum Sicherheitsbericht der 9. SG bei der Behörde eingereicht. Der Antrag zur 10. und letzten Stilllegungsgenehmigung (Rückbau der Waschanlage, des Lüftungs- und Abwassersystems, Freimessung und Gebäudeabriss) wurde mit Datum vom 22.06.2001 gestellt, allerdings muss der Sicherheitsbericht insbesondere wegen der Belange der neuen Strahlenschutzverordnung noch einmal überarbeitet werden.

3. Geplante Weiterarbeit

9. SG (Abbau Reaktortank, Primärabschirmung, Biol. Schild): Paket 1: Ausbau Reaktortank-Flansche; Maßnahme II: Beschaffung/Montage (Werksabnahme Werkzeugträgersystem für Abbau Wärmeisolierung, Säge und Hebewerkzeug für Abbau Primärabschirmung, Lüftungsanlage und Container-Beladekran für Umbau Einhausung); Beschaffung Schalungstank zum Mockup für Abbau Biologisches Schild

10. SG (Abbau Restsysteme, Dekontamination, Abriss Gebäude): Revision Sicherheitsbericht
Kühlfallen: Freigabe durch Gutachter, Zerlegen/Waschen 1. Kühlfalle.

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

Keine

5. Kosten

Kosten bisher (von 1992 bis 06/2007):	242,7 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	14,3 Mio. €
Zukünftige Kosten:	52,2 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 2010	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 304,0 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Eisenmann

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Der Mehrzweckforschungsreaktor im Forschungszentrum Karlsruhe war ein schwerwasser-gekühlter und -moderierter Druckwasser-Reaktor (elektrische Bruttoleistung 57 MW_{el}). Von 1965 bis 1984 diente er u. a. als Testreaktor zur Entwicklung von Schwerwasser-Systemen 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 bis 1987 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 (SG) 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 bis zur „grünen Wiese“

Die ersten sechs Schritte sind abgeschlossen. Das Erreichen des Rückbauziels „Grüne Wiese“ ist zum Ende 2010 geplant.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Bis zum Ende des 2. Halbjahres wurde das RDB-Unterteil komplett zerlegt und verpackt. Der MZFR-Reaktordruckbehälter inklusive aller Einbauten ist damit vollständig rückgebaut.

Im 2. Halbjahr 2007 wurden für die Trockenzerlegung Teil 3 (Untere Füllkörper und RDB-Unterteil mit Isolierung, 7. SG) folgende Arbeiten durchgeführt: Umbau des Zerlegebereichs mit Inbetriebsetzung der Einrichtungen vor der Zerlegung, Transport der Kalotte auf den Zerlegetisch und Reinigen von Rückständen der Nasszerlegung, sowie die restliche Zerlegung des RDB-Unterteils (Kalottenbereich).

8. SG (Vorbereitungsmaßnahmen zum Rückbau des aktivierten Teils des Biologischen Schilts): Für den am Jahresende 2005 beauftragten Abbruchbagger (ABB) wurde die Detailplanung fortgeführt. Aufgrund des hohen technischen Anspruchs an die Führungsgenauigkeit der zugehörigen Anbaugeräte (Universaltrenngerät, Stahlbohrgerät für Liner) haben sich die Herstell- und Liefertermine wesentlich verzögert. Die Bestandsfeststellung beim Hersteller des ABBs mit Fräse und Meißel erfolgte in der 25. KW 2007. Der zu Hilfstätigkeiten erforderliche Master-Slave-Manipulator (MSM) wurde in die Pla-

nung integriert und bestellt. Die Anlieferung hatte sich aufgrund erforderlicher Nacharbeiten aus der Werksabnahme in der 24. KW auf die 34. KW verzögert. Die Lieferung ist im 4. Quartal 2007 erfolgt. Die Fertigungsleistungen zur Errichtung des Teststands zur Demontage des aktivierten Teils des Biologischen Schildes sind abgeschlossen. Die Ausschreibungsunterlagen für weitere erforderliche Demontageeinrichtungen zum Rückbau des aktivierten Teils des Biologischen Schildes (Transport- und Verpackungseinrichtungen) wurden erstellt und ausgeschrieben. Die Aufbauarbeiten des Träger- und Verfahrrings und des Hänge- und Standgerüsts wurden begonnen.

Mit Eingang der Genehmigung zur Durchführung des 8. Stilllegungsschritts am 31.01.07 liegen für den vollständigen Rückbau des MZFR alle atomrechtlichen Genehmigungen vor.

Für die Konzeptänderung „Komplettmontage der RDB-Isolierung“ war gegenüber der Zeitabschätzung von 10 Monaten in 2005 ein zusätzlicher Zeitrahmen von ca. 8 Monaten erforderlich. Durch die Entscheidung, die zylindrischen Teile des RDB-Unterteils auf der Bandsäge in verpackungsgerechte Teile anstatt in einzelne Ringe/Schüsse zu zerlegen, konnte Zerlegezeit eingespart werden. Nach dem aktuellen Zeitplan ist die 7. SG Ende April 2008 einschl. der erforderlichen Dekontaminationsleistungen abgeschlossen. Die Verzögerungen für den 8. Stilllegungsschritt gemäß der o. g. Genehmigung sind derzeit nur grob abzuschätzen.

Im Zuge der inzwischen parallel zum Teststandaufbau im MZFR-Maschinenhaus laufenden Dekontaminationsarbeiten im Beckenhaus und im Hilfsanlagegebäude wurden bisher nicht bekannte Tritium-Kontaminationen festgestellt. Zur Quantifizierung des hierdurch erforderlichen Mehraufwandes bei der Dekontamination sind weitere Messungen und Probenahmen erforderlich. Die Planung hierzu wurde im 4. Quartal 2007 fortgeführt.

3. Geplante Weiterarbeit

7. SG (Zerlegung RDB mit Einbauten) - Trockenzerlegung Teil 3:
Demontage restlicher Komponenten (Tragring), Baustellenräumung

8. SG (Rückbau des aktivierten Teils des Biol. Schildes, Dekontamination. u. Abriss Gebäude):
Fertigstellung Teststand für Biol. Schild mit Schwebbeton-Dummy u. Erprobung der Einrichtungen; Erstellung Arbeitspläne; Planung Transport- und Verpackungseinrichtungen sowie zum Ausheizen der Tritium-Kontaminationen; Vorbereitende Dekontaminationsarbeiten in Nebengebäuden; Planungen zu Vereinfachung/Rückbau betrieblicher Systeme.

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

Pfeifer, W.; Eisenmann, B.; Bach, Fr.-W.; Versemann, R.; Bienia, H.; Krink, V.; Laurisch, F.:
Plasma cutting in the multi-purpose research reactor (MZFR) - Underwater use at steel thicknesses of up to 130 mm; Welding in the World, vol. 51 no 11/12, p 3-10; International Institute of Welding, Paris 2007.

5. Kosten

Kosten bisher (von 1985 bis 06/2007):	248,5 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	10,7 Mio. €
Zukünftige Kosten:	44,8 Mio. €
Geldgeber:	Bund 100 %

1.4 WAK

Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung und Rückbau der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (StiWAK)	
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.1991 bis 31.12.2014	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.045,0 Mio. €	Projektleiter: Dr. Fleisch

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) wurde von 1967 bis 1971 als Pilotanlage zur Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe errichtet und von der heutigen WAK Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe betrieben. Die WAK wurde nach 20-jähriger Aufarbeitungsphase Mitte 1991 außer Betrieb genommen. In dieser Zeit waren 208 t Kernbrennstoffe bis zu einem maximalen Abbrand von 40 GWd/tU wiederaufgearbeitet worden.

Seit Mitte 1991 läuft das Projekt „Stilllegung und Rückbau der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (StiWAK)“. Die heutige WAK GmbH hat bis Ende 2005 im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe den Restbetrieb der Anlagen einschließlich der Lagerung der hochradioaktiven Spaltproduktlösung (HAWC) sowie die Stilllegung und den Rückbau aller Einrichtungen und Anlagenteile auf dem WAK-Gelände durchführt. Das Forschungszentrum selbst hat bis Ende 2005 die Errichtung der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) abgewickelt.

Für die Abwicklung des Gesamtprojektes Stilllegung und Rückbau WAK einschließlich der Errichtung und des Betriebes der VEK ist seit dem 1.1.2006 die WAK Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH allein verantwortlich. Hierzu wurden die genehmigungs-, vermögens- und zuwendungsrechtlichen Voraussetzungen geschaffen. Als Tochter des Bundesunternehmens EWN GmbH ist die WAK GmbH heute institutioneller Zuwendungsempfänger.

Der Rückbau der WAK erfolgt in sechs technisch überschaubaren Schritten:

1. Außerbetriebnahme funktionsloser Systeme im Prozessgebäude: Dieser Schritt ist abgeschlossen.
2. Demontage von Prozesssystemen ohne Fernhandlung, Außerbetriebnahme und Abbau bereits stillgelegter Anlagenteile im Prozessgebäude: Dieser Schritt ist abgeschlossen.
3. Stufenweiser Rückbau aller Einrichtungen im Prozessgebäude unabhängig von der HAWC-Lagerung und HAWC-Entsorgung: Alle Anlagenteile sind ausgebaut. Die Dekontamination der Gebäude-Innenstruktur läuft.
4. Deregulierung nach Verglasungsende: Durch die Außerbetriebnahme von Anlagenteilen und die Anpassung des Betriebshandbuches sollen die betrieblichen Aktivitäten auf das Niveau eines reinen Rückbauprojektes reduziert und die Restbetriebskosten weiter minimiert werden.

5. Stufenweiser Rückbau der HAWC-Lagergebäude LAVA/HWL und der VEK: Dies erfolgt in 10 Rückbaubereichen (RB), die jeweils einzeln zu genehmigen sind. Die Errichtung des HWL-Anbaus Süd (RB 5.1) sowie die fernhantierte Demontage der MAW-Behälter mit HWL, Raum 6 (RB 5.2) sind genehmigt.
6. Konventioneller Abriss der Gebäude und Rekultivierung des Geländes.

Vor der Durchführung der Schritte 4, 5 und 6 müssen ca. 60 m³ HAWC ($9 \cdot 10^{17}$ Bq β -, γ -Strahler und $8 \cdot 10^{15}$ Bq α -Strahler) in 2009/2010 in der VEK verglast werden.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Im Rahmen der *HAWC-Entsorgung* wurde im Zeitraum 03. April bis 12. Juli 2007 der Kalte Verbundbetrieb der Verglasungsanlage mit HAWC-Simulat in drei Produktionsphasen durchgeführt. Während des Kalten Verbundbetriebes wurden 16,9 m³ HAWC-Simulat verglast und als Glasprodukt in 32 Kokillen à 400 kg abgefüllt. Insgesamt wurden 127 Glasabstiche durchgeführt und 10,7 t Glasprodukt erzeugt. Während des inaktiven Betriebes wurden gemäß der geprüften und freigegebenen Pläne (Qualitätskontrollen und Inspektionsplan) die überwachenden Maßnahmen zur Einhaltung der spezifizierten Glasproduktqualität verifiziert. Die internen und externen (Produktkontrollstelle im Auftrag des BfS) Kontrollen zeigten, dass die qualitätssichernden Maßnahmen wirksam sind. Der Sollwert der Glasproduktbelastung von 16 Gew. % HAWC-Simulatoxide wurde auf $16 \pm 0,1$ % eingehalten. Auf Grund der Ergebnisse des Kalten Verbundbetriebes wurden einige technischen Änderungen an der Anlage ausgeführt.

Die *Rückbauaktivitäten im Prozessgebäude (Schritt 3)* wurden in 2007 wieder aufgenommen, insgesamt wurden 65 Mg Demontagegut ausgebaut. Im Rahmen der durchgeführten Demontearbeiten wurden bereits stillgelegte Lüftungskomponenten und umfangreiche Kabeltrassen mit Kabeln abgebaut und entsorgt. Im Bereich des ehemaligen Brennelementelagerbeckens wurde mit der Dekontamination von Wand- und Bodenflächen (Beschichtungsabtrag) begonnen. Für die radiologische Bestandsaufnahme der Gebäudestrukturen des Prozessgebäudes wurde ein Mess- und Analysenprogramm aufgestellt und die Beprobungsmethodik ermittelt. In der zweiten Jahreshälfte wurden die Arbeiten begonnen.

Für eine umfangreiche *Deregulierung nach Verglasungsende (Schritt 4)* wurden die Antragsunterlagen erstellt und ein Antrag im April 2007 gestellt. Die Begutachtung hat einen ersten konkreten Zwischenstand mit zusätzlichen Fragestellungen erreicht.

Im Rahmen der geplanten *Rückbautätigkeiten an den HAWC-Anlagen (Schritt 5)* wurde die Errichtung des HWL-Anbaus Süd (RB 5.1) abgeschlossen. Damit sind die Voraussetzungen für die fernhantierte Demontage der MAW-Lagerbehälter im Hauptwastelager (HWL) in 2008 erreicht. Die Begutachtung des RB 5.3 (Rückbau der HAWC-Behälter in HWL und LAVA) wurde beim Gutachter wieder aufgenommen. In einem HAWC-Behälter im HWL wurde über eine Abgasrohrleitung ein Spülversuch (Abspülung von Ablagerungen auf Kühlwasserleitungen) sowie eine Behälterinspektion durchgeführt. Die Ergebnisse zur Rest-Feststoffmengen und deren Dosisleistungen wurden bewertet und dienen als Grundlage für die weiteren Planungen.

3. Geplante Weiterarbeit

WAK-Rückbau:

Schritt 3: Die radiologischen Bestandsaufnahmen im Prozessgebäude werden fortgesetzt. Die Arbeiten zur Dekontamination des Brennelementelagerbeckens werden abgeschlossen. Ein wesentlicher Arbeitsschwerpunkt ist der Ausbau von Wanddurchführungen und Bodenwanen im Zellenbereich sowie die Dekontamination der Wand- und Bodenflächen.

Schritt 4: Fortsetzung der Begutachtung und Erstellung der Ausführungsplanung.

Schritt 5: Nach Heißer Inbetriebnahme des HWL-Anbau Süd sowie der Umsetzung der Fernhantierungsgeräte aus dem Teststand in den HWL-Anbau Süd, sollen in 2008 die Maßnahmen zum fernhantierten Rückbau der MAW-Behälter im HWL (RB 5.2) gestartet werden. Für die fernhantierte Demontage der HAWC-Behälter (RB 5.3) wird das Gutachten zum Jahresende erwartet. Die Ergebnisse der Behälterinspektion sind zu bewerten und in das Verfahren RB 5.3 zu integrieren. Für den fernhantierten Rückbau der LAVA-Zellen L3, L4 und L5 (RB 5.4) wird die Genehmigungsplanung erstellt durchgeführt und für den fernhantierten Rückbau der Einrichtungen der VEK (RB 5.8) das vorliegende Konzept überprüft.

VEK:

Abschluss der Begutachtung und Erteilung der 2. TBG; Herstellung der Heißen Anschlüsse und Heißer Betrieb nach Vorlage der Betriebsgenehmigungen; Durchführung der Kalthandhabung eines Castor-Behälters im Zwischenlager Nord (ZLN).

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

W. Grünewald, G. Roth, W. Tobie, S. Weisenburger / Forschungszentrum Karlsruhe GmbH; J. Fleisch, M. Weishaupt / Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe GmbH: „COMMISSIONING AND COLD TEST OPERATION OF THE GERMAN HLLW VITRIFICATION PLANT VEK“, WM’07 Conference, February 25-March 1, 2007, Tucson, AZ

K.J. Birringer, J. Fleisch, I. Graffunder, W. Pfeifer / Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe GmbH: “CONCEPT FOR DISMANTLING THE HLLW TREATMENT FACILITY ON THE FORMER WAK REPROCESSING SITE”, WM’07 Conference, February 25-March 1, 2007, Tucson, AZ

K.J. Birringer, J. Fleisch, I. Graffunder, W. Pfeifer / Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe GmbH: „STILLEGUNG WAK – RÜCKBAU WÄHREND UND NACH DER VERGLASUNG“, Jahrestagung Kerntechnik 2007, 22. – 24.05.2007 in Karlsruhe

J. Fleisch, M. Weishaupt / Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe GmbH; W. Grünewald, G. Roth, W. Tobie / Forschungszentrum Karlsruhe GmbH: „INBETRIEBSETZUNG UND KALTTESTBETRIEB DER VERGLASUNGSANLAGE VEK“, Jahrestagung Kerntechnik 2007, 22. – 24.05.2007 in Karlsruhe

5. Kosten

Kosten bisher (von 07/1991 bis 06/2007):	1.315,3 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (Buchungsstand 31.01.2008):	44,2 Mio. €
Zukünftige Kosten:	685,5 Mio. €
Geldgeber:	Bund 91,8 %, Land 8,2 %

1.5 THTR 300

Zuwendungsempfänger: Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH, Siegenbeckstraße 10, 59071 Hamm	
Vorhabensbezeichnung: Geordnete Restabwicklung des Projektes THTR 300	
Laufzeit des Vorhabens: 1997 bis 2009	Berichtszeitraum: <i>Jahresbericht 2007</i>
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 Betriebselementen. 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 Hauptpfortner 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 entfernbarer 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 fortgesetzt wird oder die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300 endgültig 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 2007 ist für die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300:

- das 18. Jahr nach der Abschaltung
- das 12. Jahr nach der Beendigung der Entladung des Reaktorkerns
- das 10. 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 2007 war kein meldepflichtiges Ereignis zu verzeichnen.

2007 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.

Die verkehrsrechtliche Zulassungsverlängerung der Transport- und Lagerbehältern CASTOR THTR/AVR wurde im Januar 2007 für 10 Jahre bis 2017 erteilt.

Die Planungen und Maßnahmen der HKG für die Entsorgung der abgebrannten THTR-Brennelemente sind weiterhin darauf ausgerichtet, diese nach der Zwischenlagerung im Trans-

portbehälterlager Ahaus in einem von der Bundesrepublik Deutschland zu errichtenden Endlager zu deponieren.

Als Endlager ist hierfür bislang der Salzstock Gorleben vorgesehen. Gemäß der im Juni 2001 zwischen der Bundesregierung und den kernkraftwerksbetreibenden Energieversorgungsunternehmen unterschriebenen Konsensvereinbarung werden die Erkundungsarbeiten im Salzstock Gorleben zur Klärung konzeptioneller und sicherheitstechnischer Fragen mindestens für drei, längstens für zehn Jahre unterbrochen. Die Bundesregierung wird die notwendigen Maßnahmen ergreifen, um während dieses Moratoriums die bisherigen Planungsergebnisse und somit den Standort Gorleben zu sichern. Sie geht davon aus, dass ein Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle erst ab dem Jahr 2030 zur Verfügung stehen wird.

Die für die Zwischenlagerung genutzten CASTOR-Behälter wurden in einer Studie des Forschungszentrums Jülich auf ihre Eignung für die Direkte Endlagerung untersucht. Sie sind als Alternative zum Referenzkonzept zur Einlagerung in POLLUX-Behältern oder in Gussfässern geeignet.

Für die Endlagerung vieler der in und beim Rückbau der Anlage THTR 300 anfallenden radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung kommt die ehemalige Eisenerzgrube Konrad in Betracht. Die Klagen gegen den im Jahr 2002 erteilten Planfeststellungsbeschluss wurden im März 2006 vom Niedersächsischen Oberverwaltungsgericht abgewiesen und damit der Beschluss vollziehbar. Es wird weiterhin von einer Inbetriebnahme im Jahr 2013 ausgegangen.

Für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung stehen der HKG ausreichende Kapazitäten im internen Lager des THTR 300 sowie im Abfalllager Gorleben zur Verfügung.

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, Kabel, Motore und Messumformer. Dazu wurde im Berichtsjahr einer Änderungsanzeige zum Abbau von nicht mehr benötigten Komponenten der ehemaligen elektrischen Eigenbedarfsversorgung seitens der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zugestimmt. 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:	52 Mio. €
Geldgeber:	Bund, Land NRW, Gesellschafter der HKG

1.3 SchachtanlageASSE

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 2017	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 776 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 FuE-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 FuE-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 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“

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

2. Stand des Projektes

Projekt Langzeitsicherheit

Am 29.01.2007 wurden der Abschlussbetriebsplan mit dem Sicherheitsbericht sowie 33 Prüfunterlagen der Bergbehörde zur Prüfung und Zulassung vorgelegt. Das Genehmigungsverfahren ist damit eröffnet.

Die Bergbehörde hat im März eine erste Stellungnahme zu den vorgelegten Unterlagen abgegeben. Danach sind der Abschlussbetriebsplan und der Sicherheitsbericht zu überarbeiten. Stellungnahmen der Behördengutachter zu den Prüfunterlagen stehen noch aus. Die Unterlagen wurden aber bereits als prüffähig eingestuft.

Resthohlraumverfüllung und Verfüllung des Tiefenaufschlusses

Die Verfüllung des Tiefenaufschlusses unterhalb der 775-m-Sohle wird fortgesetzt. Verwendet wird dabei im Wesentlichen eigenes Salzhauwerk, das bei Streckenauffahrungen und/oder Beraubearbeiten anfällt sowie Sorelbeton.

Im Berichtszeitraum wurden:

- Auf der 950-m-Sohle die Verfüllarbeiten mit dem Einbau von rund 700 Tonnen Salzhauwerk abgeschlossen.
- Die 925-m-Sohle mit rund 5.000 Tonnen Salzhauwerk und rund 500 Tonnen Diabasschotter weiter versetzt.
- Auf der 850-m-Sohle rund 2.500 Tonnen Salzhauwerk eingebaut.
- Auf der 775-m-Sohle rund 900 Tonnen Salzhauwerk und rund 2.500 Kubikmeter Sorelbeton als Resthohlraumverfüllung eingebracht.
- Auf der 800-m-Sohle in mehreren Bauabschnitten - Widerlager und stützender Versatz - rund 9.000 Kubikmeter Sorelbeton eingebaut.

Einbringen von Schutzfluid

Im Berichtszeitraum wurde kein Schutzfluid in den Tiefenaufschluss eingeleitet.

Aufgefangene Zutrittslösung

Im Grubengebäude wurden weiterhin täglich rund 11,5 Kubikmeter gesättigte Steinsalzlösung aufgefangen: ca. 10 Kubikmeter davon im Abbau 3 auf der 658-m-Sohle. Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Lösung sind unverändert. Seit Juni 2005 wird die Lösung nach über Tage gepumpt und abtransportiert. Bisher wurden so rund 17.000 Kubikmeter Steinsalzlösung aus der SchachanlageASSE herausgefördert.

Strömungsbarrieren und „Stützender Versatz“

Rund 2.800 Kubikmeter Sorelbeton wurden zur Resthohlraumverfüllung auf der 750-m-Sohle eingebracht, rund 1.200 Kubikmeter bei der Errichtung der zweiten Strömungsbarriere auf der 775-m-Sohle eingebaut und etwa 450 Kubikmeter zur Erstellung von Widerlagern auf der 750- und der 775-m-Sohle eingesetzt.

Mit den Arbeiten zum Bau der dritten Strömungsbarriere auf der 775-m-Sohle wurde im August 2007 begonnen.

Sonstige Arbeiten unter Tage

Im Oktober 2007 erfolgte die Inbetriebnahme einer temporären Bühnen- und Befahrungsanlage am Blindschacht 4 auf der 750-m-Sohle. Mit der Demontage der Einbauten im Blindschacht 4 wurde daraufhin begonnen.

Auf der 658-m-Sohle wurde im September 2007 ein Zwischenspeicher für Zutrittslösung mit einem Fassungsvermögen von rund 500 Kubikmeter errichtet, da der Laugesumpf auf der 875-m-Sohle aufgrund der Verfüllarbeiten im Tiefenaufschluss zukünftig nicht mehr zur Verfügung stehen wird.

Projekte in Arbeit und in Planung

Wegen der gebirgsmechanischen Situation ist eine Verdopplung der Volumina an Sorelbeton auf 500.000 m³ bis 2014 erforderlich. Um das termingerecht leisten zu können wurde der Bau einer zusätzlichen Baustoffanlage in Auftrag gegeben. U. a. auch wegen der zu steigenden Baustoffproduktion ist eine nennenswerte Aufstockung des Personals am ForschungsbergwerkASSE nötig.

Für die zurzeit noch im Bereich TP-Bau-RW koordinierten Projekte ist die Stelle eines Gesamtprojektleiters ausgeschrieben worden.

Östlich der SchachanlageASSE wurde ein Grundstück von der SamtgemeindeASSE gekauft. Auf ihm sollen Parkplätze angelegt und ein Informationszentrum errichtet werden. Mit der Planung für das Gebäude dieses Zentrums wurde begonnen.

Das kombinierte Büro-/Kauengebäude und das Magazin zur zentralen Ersatzteilhaltung für die schließungsspezifische Anlagentechnik sind im Bau.

Die Gebäudeinvestitionen werden von 2007 bis 2010 mit rund 6,1 Mio. € veranschlagt.

Im Berichtszeitraum wurde der 5. Nachtrag zur Entwurfsunterlage - Bau im Teil Personal überarbeitet und fertig gestellt. Es ergeben sich bis zum Jahr 2017 Mehrkosten in Höhe von rund 323 Mio. € gegenüber der im 4. Nachtrag zur Haushaltsunterlage - Bau genannten Summe von 469 Mio. €.

Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung

Schwerpunkte der Arbeiten im Strahlenschutz sind die Überwachung der Aerosolaktivitätskonzentration (Radon-Folgeprodukte) in der Grubenluft und die radiologische Überwachung der zutretenden Salzlösung auf der 750-m-Sohle in der Nähe der Einlagerungskammern.

Die Strahlenschutzmessungen im Bereich der Schachtanlage Asse umfassen die Überwachung der Umweltradioaktivität sowie die betrieblichen Maßnahmen zum Schutz von Belegschaft und Bevölkerung. Diese Messungen wurden wie in den vergangenen Jahren fortgeführt. Über die Ergebnisse der Arbeiten wird der Bergbehörde in regelmäßigen Abständen berichtet. Darüber hinaus werden die wichtigsten Daten der betrieblichen Überwachung sowie die im Rahmen der betrieblichen Umgebungsüberwachung ermittelten Messergebnisse in den Jahresberichten „Strahlenschutz und Umgebungsüberwachung im Bereich der Schachtanlage Asse“ veröffentlicht.

Information der Öffentlichkeit

Asse – Nah dran

Im Berichtszeitraum erschienen die Nummern 10 und 11 dieser Mitarbeiterzeitung. Inhaltsschwerpunkte waren „Der Besuch von Umweltminister Gabriel“ und die „Diskussionsveranstaltung in Hedeper“.

Veranstaltungen

Der NDR 1 Radio Niedersachsen machte am 20.07.2007 im alten Dorfkrug in Hedeper mit dem Thema „Unterwegs“ halt. Zwei NDR – Moderatoren griffen Schlagzeilen wie „Gefährliche Bruchbude Untertage“, „Endlager Asse II droht abzusaufen“, „GAU in der Grube“ auf und stellten die zugehörigen Fragen: „Was ist da los? Wie soll es weitergehen?“ Diesen Fragen stellten sich: Bundesumweltminister Sigmar Gabriel, Niedersachsens Umweltminister Hans-Heinrich Sander, der Leiter des Forschungsbergwerkes Asse II, Günther Kappei und Claus Schröder als Vertreter der Bürgerinitiativen vom Rechtshilfefond Asse II.

Expertenworkshop

„Ist eine sichere Rückholung der radioaktiven Abfälle der ASSE möglich?“. Unter diesem Titel fand am 26.09.2007 in Braunschweig ein vom BMBF veranstalteter Workshop für politische Mandatsträger statt. Die beiden Experten Michael Sailer vom Öko-Institut Darmstadt und Dieter Rittscher von den Energiewerken Nord stellten Vor- und Nachteile einer angenommenen Rückholung vor. Die anschließende Podiumsdiskussion mit den Herren St Professor Dr. Meyer-Krahmer, St Dr. Eberl, Michael Sailer und Dieter Rittscher wurde von Professor Eberhard Umbach souverän geleitet.

Besucherwesen

Rund 1.500 Besucher, verteilt auf etwa 150 Gruppen, nutzten im Berichtszeitraum die Gelegenheit, sich über die vom ehemaligen GSF-Institut für Tief Lagerung durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, die Verfüllung der alten Abbaue in der Südflanke und den aktuellen Stand der Schließung der Schachtanlage Asse zu informieren. Rund 620 Besucher nutzten dieses Angebot an den Tagen der offenen Tür am 16. Juni und am 15. September 2007.

Besonders zu erwähnende Besucher

Teilnehmer der “6th Conference on the Mechanical Behavior of Salt: Understanding of THMC Processes in Salt Rocks” besuchten am 25. Mai das Forschungsbergwerk Asse.

Professor Dr. Frieder Meyer-Krahmer, Staatssekretär im BMBF
 Dr. Lothar Hagebölling, Chef der Staatskanzlei Niedersachsen
 Frau Ministerialdirigentin Bärbel Brumme-Bothe, Leiterin der Abteilung 7 im BMBF
 Dr. Viola Klamroth, Pressestelle BMBF
 Dr. Friederike Frucht, Staatskanzlei Niedersachsen, Persönliche Referentin
 Horst Schörshusen, Staatskanzlei Niedersachsen, Referatsleiter
 (Alle Teilnehmer des Expertenworkshop am Mittwoch, den 26.09.2007 in Braunschweig)

1.7 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 2012	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtkosten des Vorhabens: 38,5 Mio. €	Projektleiter: N. Stehr

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

GKSS Forschungszentrum GmbH ist Betreiber des Forschungsreaktors FRG-1 und der Landes-sammelstelle 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-1 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 (236)
- 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 Maßnahmen (227, 237, 238, 239)

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten mit Priorität abgewickelt:

- Konditionierung feste radioaktive Abfälle (221, 231)

Konditionierungsarbeiten, Verbrennung und Verpressung der FRG- und OHA- Abfälle, Analysen und ggf. Trocknung der bereits konditionierten Gebinde bei FZK/HDB sowie zugehörige Sachverständigentätigkeit und Dokumentation. Vorbereitende Arbeiten Mengenerhöhung und Rückführung abgefertigter Gebinde

- Entsorgung FRG- Brennelemente
Erweiterung GNS-16-Zulassungsschein als Voraussetzung für die Entsorgung von HEU- Miniplatten
- Aufarbeitung bestrahlter OH-Versuchsbrennstäbe (223)
Planung und Antragerstellung zur Fertigung bzw. Einsatz einer Kapsel für den Transport und die Zwischenlagerung. Anlagentechnische Ertüchtigungsmaßnahmen für die Handhabung der Brennstäbe
- Rücknahme Dounreay (233)
Verfahrensqualifikation Produktherstellung und Mengenzuweisung
- FRG flüssige Abfälle (236)
Abtransport und Konditionierung von 100 m3 Betriebsabwasser durch GNS/FZJ
- Erstellung eines technischen Konzepts zum Rückbau kerntechnischer Einrichtungen unter Beachtung des Stands von Wissenschaft und Technik (240)
- Längerfristige Zwischenlagerung (227, 237, 238, 239)
Weitere Abwicklung notwendiger Wartungs- und Infrastrukturmaßnahmen (Wartung / Instandhaltung im Heißen Labor, Vorbereitung Rückbau Bleizellen im Heißen Labor, Sachverständigentätigkeit).

3. Geplante Weiterarbeit

- Konditionierung LAW (221, 231): Verbrennung, Einschmelzung FRG- und OH-Abfälle, HD-Verpressung, Durchführung der restlichen Konditionierungsarbeiten, Rückführung abgefertigter Gebinde, Datenübertragung Dokumentation inkl. Fassgammascans, Mengenerhöhung;
- Betriebsabwasser (236): Abtransport betrieblicher Abwasser zur Konditionierung bei FZJ;
- OH-Brennstäbe (223): Vorbereitung transportrelevanter Infrastrukturen und Transport;
- Entsorgung bestrahlter FRG-BE (235) Vorbereitende Arbeiten und Transport in die USA;
- Konditionierung MAW (221, 231, 232): Datenzusammenstellung, Konzept- und Informationsbearbeitung, Koordinierung;
- Erstellung eines technischen Konzepts zum Rückbau kerntechnischer Einrichtungen unter Beachtung des Stands der Technik (240);
- Längerfristige Zwischenlagerung, bauliche Maßnahmen (227, 237, 238, 239): Bereitstellung erforderlicher Infrastrukturmaßnahmen, Gewährleistung der sicheren Zwischenlagerung, Demontage Bleizellen im Heißen Labor.

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

Keine

5. Kosten

Kosten bisher (seit 01/2002):	19,3 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	1,4 Mio. €
Zukünftige Kosten:	19,2 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Länder 10 %

2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

2.1 Fördervorhaben

02 S 7951	Entsorgung von Beryllium / Berylliumoxid und Cadmium aus Forschungsreaktoren	TU München	📖 38
02 S 8011	Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen. Weiterführende Untersuchungen (FORM III)	Siempelkamp Gieserei, Krefeld	📖 40
02 S 8021	Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen - Abschließende Untersuchungen (EBER III)	BAM, Berlin	📖 42
02 S 8142	Selektive Tritium-Extraktion aus Wasser und Bindung auf einen Träger	TU München	📖 44
02 S 8172	Entwicklung eines Konditionierungsverfahrens für Kernbrennstoffe aus dem Siemens-Unterrichts-Reaktor (SUR)	Evonik encotec GmbH, Essen	📖 46
* 02 S 8223	Inaktivierung von Mdm2 nach ionisierender Strahlung – Aufklärung der Signaltransduktionskette	Universität Karlsruhe (TH)	📖 48
* 02 S 8254	Checkpoint Manipulation als Strategie für den Strahlenschutz und für die Strahlensensibilisierung von Säugetierzellen	Universitätsklinikum Essen	📖 50
* 02 S 8264	Anpassung einer Ionen-Mikrostrahleinrichtung für Untersuchungen zur Dynamik von geschädigten DNA-Regionen und zur Rekrutierung von Reparaturfaktoren	Ludwig-Maximilians-Universität München	📖 52
02 S 8274	Fallversuche mit Brennelement-/HAW-Transport- und Lagerbehältern in Originalgröße	Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin	📖 54
02 S 8294	Kontrolle biologischer Untersuchungen bei der Dekontamination heterogener, schwach radioaktiv kontaminierter Geosubstrate für die Strahlenschutzvorsorge	Friedrich-Schiller-Universität Jena	📖 56
02 S 8305	Abbruch massiver Betonbauwerke der Energietechnik	Universität Karlsruhe (TH)	📖 58
02 S 8315	Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen	Forschungszentrum Jülich GmbH	📖 60
02 S 8325	Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration	TU München	📖 62

- und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen
- * **02 S 8335** Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung **Technische Universität Darmstadt**  64
- * **02 S 8345** Aufbau eines Systems isogener stabil diploider humaner Zelllinien mit gezielt durch RNA-Interferenz ausgeschalteten Genen zur Analyse des Zusammenhanges von DNA-Reparaturdefizienz, genomischer und chromosomaler Instabilität **Ludwig-Maximilians-Universität München**  66
- * **02 S 8355** Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen **Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt**  68
- 02 S 8356** Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abproduktkonditionierung **TU Dresden**  70
- 02 S 8366** Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten -SHARK- **Siempelkamp Nukleartechnik, Krefeld**  72
- 02 S 8376** Bestimmung von Endlager-relevanten, langlebigen Radionukliden mittels radiometrischer und spezieller massenspektrometrischer Verfahren **TU München**  74
- 02 S 8386** Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten -SHARK- **Leibniz Universität Hannover**  76
- 02 S 8396** Untersuchungen zur Strahlenschutz-Vorsorge für radionuklidbelastetes Substrat: Mikrobieller Beitrag zur Bioakkumulation aus Bauschutt **Friedrich-Schiller Universität Jena**  78
- 02 S 8406** Weiterentwicklung der Technologie Plasmaschneiden für nichtmetallische Materialien für den praktischen Einsatz beim Rückbau und der Zerlegung von Kernkraftwerksanlagen und Reaktoren sowie für den Katastrophenschutz **SGE Spezialgeräteentwicklung GmbH, Dresden**  17
- * **02 S 8416** Das Phänomen der Hyperradiosensitivität und deren Modulation durch den Radioprotektor Phosphotyrosin **Eberhard-Karls-Universität Tübingen**  82
- * **02 S 8427** Genomische Instabilität durch Doppelstrangbrüche: Bedeutung des Singlestrand annealing **Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf**  84
- 02 S 8437** Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen **Leibniz Universität Hannover**  86

02 S 8447	Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen	BÜDIAM Diamantwerkzeuge, Eschenburg	📖 88
* 02 S 8457	Untersuchung von epigenetischen Effekten nach Bestrahlung menschlicher Zellen	Ludwig-Maximilians-Universität München	📖 90
* 02 S 8467	Regulationsmechanismen eukaryotischer DNA Replikation nach Bestrahlung	Universitätsklinikum Essen	📖 92
* 02 S 8477	Regulation der Nicht-homologen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikation	Universität Karlsruhe (TH)	📖 94
02 S 8487	Konstruktion, Herstellung, Beschichtung, Prüfung und Handhabung langzeitstabiler Gebinde zur sicheren Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen	Leibniz Universität Hannover	📖 96
* 02 S 8497	Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen	Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt	📖 98
02 S 8507	Verfahren zur selektiven Tritium-Extraktion aus wässrigen Abfalllösungen und langzeitstabilen Bindung auf einem Träger	TU München	📖 100
02 S 8517	Uranaufnahme	Friedrich-Schiller-Universität Jena	📖 102

* **Strahlenforschungsvorhaben**

2.2 Formalisierte Zwischenberichte

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 31.12.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.851.182,94 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. Validierung der Tritium-Freisetzung durch Messungen des mit allen Be-Reflektoren beladenen Behälters.
8. Ergänzende Modell-Rechnungen zum Temperaturverlauf im Behälter.
9. Durchführung von vergleichenden Löslichkeitsuntersuchungen an unbestrahltem und an bestrahltem Beryllium.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Der ausgewählte Transport- und Lagerbehälter wurde inzwischen mit den 24 Beryllium-Reflektorelementen des FRM beladen. Die Trocknung steht noch aus und ist für Februar 2008 vorgesehen. Anschließend können die Messungen zur Validierung der Tritium-Freisetzung beginnen.

Die Modell-Rechnungen zum Temperaturverlauf im Behälter beim Störfall „Brand“ wurden abgeschlossen. Die Geometrie des liegenden Behälters wurde dabei berücksichtigt.

Zum Punkt 9 des Untersuchungsprogramms (vergleichende Löslichkeitsuntersuchungen an bestrahltem und unbestrahltem Beryllium) wurden Vorversuche in verschiedenen endlagerrelevanten Salzlösungen mit inaktivem Beryllium über einen Zeitraum von 2 Wochen durchgeführt. Die Auswertung hierzu wird aktuell vorgenommen und soll dazu dienen, die für die aktiven Versuche notwendigen Rahmenbedingungen wie z. B. sinnvolles Probenahmeintervall festzulegen.

Parallel dazu wird das bestrahlte Beryllium in der heißen Zelle in für Löslichkeitsexperimente handhabbare Stücke zerlegt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Nach der Auswertung der Vorversuche an inaktivem Beryllium und der Festlegung der Rahmenbedingungen sollen zeitnah die Löslichkeitsexperimente mit inaktivem und aktivem Beryllium direkt im Vergleich zueinander begonnen werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Siempelkamp Giesserei GmbH, Siempelkampstraße 45, 47803 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 31.03.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.609.850,00 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. Der Werkstoff wird hinsichtlich höherer Bruchzähigkeit weiterentwickelt. Zylindrische Gussbehälter und Gusscontainer Typ VII mit künstlichen Kerben werden in Fallversuchen nach Anforderungen der ABK II geprüft (5 m-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. Einfluss Kerben auf Bruchzähigkeit.
- II. Bruchmechanische Werkstoffbewertung unter Störfallbedingung. Fertigung 2 Behälter-Dummies (Hohlprofile) aus FORM-Werkstoff für Probennahme. Ermittlung Werkstoffkennwerte.
- 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 Prüfung gekerbter Hohlprofile: Bestimmung der Beanspruchung bei Rissinitiierung.
- V. Mechanische Prüfung gekerbter Gusscontainer und zylindrischer Gussbehälter: Fallprüfungen unter Endlagerbedingung nach ABK II (5 m-Fall bei -20 °C, ohne Stoßdämpfer). Nachuntersuchung auf Rissinitiierung und Materialeigenschaften im Stück.
- VI. Weiterentwicklung GJS-Werkstoff für höhere Bruchzähigkeit.
- VII. Fertigung von je 1 zylindrischen Gussbehälter und 1 Gusscontainer (mit Kerben), Fallprüfung unter Endlagerbedingungen nach ABK II und Nachuntersuchung auf Rissinitiierung und Eigenschaften im Stück.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Die Bruchzähigkeit des optimierten Gusswerkstoffs FORM III mit erhöhten Reststoffanteilen konnte fundamental verbessert werden und ist jetzt mehr als doppelt so hoch wie vor der Projektverlängerung in 2005. Sie kommt der Bruchzähigkeit des Basiswerkstoffs GJS-400 ohne Reststoffanteile nahe.
- Die beiden neuen Prüfmuster, zylindrischer Gussbehälter und kubischer Gusscontainer, wurden gefertigt. Beide Prüfmuster wurden vor der Bearbeitung einer ferritisierenden Glühbehandlung unterzogen. Die resultierenden Härten entsprachen denjenigen von rein ferritischem Material. Dies bestätigt den aus den zuvor untersuchten Prüfkörpern bekannten Glüherfolg, nach dem der Perlitgehalt stark reduziert ist und diese reduzierten Anteile im wesentlichen in „eingeformter“ und damit weniger spröden Form vorliegen.
- Beide Prüfmuster wurden an die BAM zu Fallversuchen im Parallelvorhaben EBER III übergeben. In Absprache mit den Projektpartnern wurden keine künstlichen Kerben in die Prüfmuster eingebracht. Dies ist darin begründet, dass die für einen instrumentierten Fallversuch relevante „kritische“ Fehlergröße noch nicht vorausberechnet werden kann. Die bisherigen Vorausberechnungen der Spannungen sind zu unsicher und werden als nicht belastbar eingestuft. In Folge der im Laufe des EBER-Vorhabens der BAM erfolgte Optimierung der Prüfanordnung hinsichtlich größtmöglicher Beanspruchungen im Fallversuch muss jedoch mit Spannungen im Bereich der dynamischen Streckgrenze gerechnet werden.
- Die Fallversuche erfolgten auf dem Versuchsgelände der BAM. Die Orientierung der Prüfmuster beim Impakt war wie gewünscht ohne Schräglage plan auf den Boden des kubischen Gusscontainers bzw. auf die Mantellinie des zylindrischen Gussbehälters. Beide Gusskörper blieben unbeschädigt. Die Präsentation der Versuchsergebnisse durch die BAM wird für Anfang 2008 erwartet.
- Der Gusscontainer wurde auf mögliche Vorschädigungen aus dem ersten Fallversuch untersucht. Vorschädigungen traten nicht auf. Er kann für weitere Versuche verwendet werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Der Gusscontainer wird für einen zweiten Fallversuch an die BAM übergeben.
- Wegen des zweiten Fallversuchs können die Arbeiten nicht zum ursprünglichen Endtermin 31.3.2008 abgeschlossen werden. Eine kostenneutrale Projektverlängerung wurde beantragt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Steinwarz, W., Quade, U., Bounin, D., Kleinkröger, W., Schreiber, D.: Packages for final storage with optimized use of metallic waste, Proc. 15th Intern. Symp. on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials (PATRAM 2007), Miami, USA, October 21-26, 2007.

Zuwendungsempfänger: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 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 31.12.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 652.714,73 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 (02S7584) und EBER II (02S7788) 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 02S8011.

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

- Vorbereitung, Durchführung und Auswertung eines Fallversuchs mit einem Gusscontainer Typ FORM III-2007 plan auf den Behälterboden. Wegen fehlender bruchmechanischer Kennwerte für den verwendeten optimierten Werkstoff und noch bestehender Unsicherheiten bei der Beanspruchungsermittlung für die Auslegung bruchmechanisch kritischer Werkstofffehler wurde hier auf die Einbringung künstlicher Fehler verzichtet. Eine mit einer Schicht aus Schnellbindemörtel an das Versuchsstandfundament angekoppelte, stahlbewehrte Fertigteile-Betonplatte diente als Fallfundament, das den Anforderungen aus den Endlagerungsbedingungen für die Schachanlage Konrad genügt. Der auf -20 °C gekühlte Behälter hatte eine Masse von 16,14 Mg und wurde aus einer Höhe von 5,55 m abgeworfen. Der Testbehälter war mit einer Bodenleiste zur Beanspruchungsverringerung ausgestattet. Die Betonplatte zeigte nach dem Versuch neben deutlichen Einprägungen der Bodenleiste auch Risse. Die Ankopplungsschicht war teilweise zerbrochen. Am Behälter entstand kein äußerlich erkennbarer Schaden. Aufgrund des Ausfalls der Messtechnik ist eine detaillierte Auswertung der Beanspruchungen nicht möglich.
- Vorbereitung, Durchführung und Auswertung eines Fallversuchs mit dem Gussbehälter Typ FORM III-2007 auf die Mantellinie. Auch hier waren keine künstlichen Werkstofffehler eingebracht worden. Die Instrumentierung des Behälters erfolgte mit 17 Dehnungsmessstreifen, 2 Beschleunigungsaufnehmern und 4 Temperatursensoren. Der 5,16 Mg schwere Behälter wurde auf -20 °C gekühlt. Die Fallhöhe von 0,96 m wurde aus den Anforderungen an die Abfallbehälterklasse I (ABK I) für die Schachanlage Konrad unter Berücksichtigung eines Ausgleichs für die fehlende Beladung des Behälters abgeleitet. Sowohl der Behälter als auch die Betonplatte und die Ankopplungsschicht zeigten keine erkennbaren Schäden. Die Versuchsergebnisse wurden erfolgreich erfasst und dokumentiert. Die bereits ausgewerteten Spannungs- und Dehnungssignale zeigen eine gute Übereinstimmung mit den aus dem Versuch im Herbst 2005 gewonnenen Ergebnissen.
- Unmittelbar nach Abschluss der Versuche wurde ein externes Prüflabor beauftragt, anhand dreier Bohrkern aus der beim Fallversuch mit dem Gussbehälter verwendeten Platte die tatsächlich vorliegende Betondruckfestigkeit zu prüfen. Der ermittelte Wert stimmt sehr gut mit dem durch den Fertigteillieferanten anhand einer Versuchsserie prognostizierten Wert überein.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Auswertung der Schadensanalyse, die der Hersteller an beiden Behältern durchführt.
- Weitere Auswertung und Aufbereitung der Messergebnisse des Fallversuchs mit dem Gussbehälter. Präsentation im Rahmen der nächsten Projektbesprechung.
- Auswertung des Gusscontainerversuchs hinsichtlich Optimierung der Versuchsdurchführung. Untersuchung des Einflusses geänderter geometrischer Abmessungen und der Bewehrung der Betonplatte.
- Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Wiederholung des Fallversuchs mit dem Gusscontainer. Geplanter Versuchstermin im April/Mai 2008. Beauftragung einer neuen Betonplatte und der Behälterkühlung.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Zencker, U., Qiao, L., Weber, M., Kovacs, O., Droste, B.: Application Limits of Low-Ductile Cast Iron for Radioactive Waste Containers, Proc. 15th Intern. Symp. on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials (PATRAM 2007), Miami, October 22-26, 2007.

Zuwendungsempfänger: TU München, Arcisstr. 21, 80333 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: 01.07.2007 bis 31.08.2007	
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 (AP1).
2. Austauschstöchiometrie und Austauschgeschwindigkeit bei organischen Rezeptoren (AP2 und 3).
3. Methodenvergleich und Präzisierung des Isotopieeffekts bei der Solvent-Solute-Trennung (AP4 und 5).
4. Rückhaltevermögen organischer H-Rezeptoren (AP6).
5. Auswahl und Studie anorganischer H-Rezeptoren (AP7).
6. Verteilungsfaktoren und Austauschkinetik anorganischer H-Rezeptoren.
7. Abschlussbericht und Dokumentation.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Um reproduzierbare, elektrodenmaterialspezifische Tritium-Separationsfaktoren zu erhalten mussten in einem nächsten Entwicklungsschritt sämtliche auf die Tritiumtrennleistung Einfluss nehmenden Faktoren in einem Rechenmodell berücksichtigt werden. Hierzu wurde zuerst die Restvolumendifferenz der Elektrolytlösung im Systembehälter ermittelt. Dies geschieht durch einfache Subtraktion der anhand der, über den Faraday-Wirkungsgrad korrigierten, tatsächlich für die Volumenreduktion relevanten, geflossenen Ladungsmenge berechneten Restlösung von dem, durch Messung mittels in den Systembehältern integrierter Füllstandensensoren erhaltenen Volumenwert. Es konnte gezeigt werden, dass sich der Volumenverlust direkt proportional zur angelegten Stromstärke verhält. Dies bedeutet, dass die dem System während der Aufarbeitung entweichende Masse an HTO/H₂O primär von einem isotopeeffektfreien Aerosolaustrag herrührt. Um den dampfdruckisotopeeffektbehafteten Verdunstungsanteil bei der Berechnung der Tritium-Separationsfaktoren unterschiedlicher Elektrodenmaterialien berücksichtigen zu können, wird das der Anlage angeschlossene Abluftsystem kalibriert und so ein temperaturunabhängiger Zugang zu den notwendigen Prozessgrößen geschaffen. Unter Annahme kondensierender Bedingungen im Vorratsbehälter der Elektrolyseanlage kann durch Verwendung der Magnusformel im Temperaturbereich von -30 °C bis 70 °C in guter Näherung die Sättigungsmasse und somit der Anteil an isotopeeffektbehafteter Verdunstung am Gesamtaustrag berechnet werden. Bereits am Institut und Lehrstuhl für Radiochemie durchgeführte Untersuchungen zum Dampfdruckisotopeeffekt von HTO/H₂O-Lösungen im Gleichgewicht und Nicht-Gleichgewicht [Baumgärtner et. al.] ermöglichen es die hierbei auftretenden zusätzlichen Anreicherungseffekte bei der Berechnung des elektrodenmaterialspezifischen Tritium-Separationsfaktors zu berücksichtigen. Dies führt einerseits zu einer Verringerung der gemessenen Tritium-Trennleistung im Vergleich zu früher erhaltenen Werten und andererseits zu einer deutlich erhöhten Reproduzierbarkeit der Messergebnisse. In einer ersten Versuchsreihe kann unter Verwendung eines reinen Edelstahlsystems der Tritium-Separationsfaktor zu 5 ± 2 bestimmt werden.

Neben den Arbeiten an der Elektrolyseanlage wurde die Algenaufzucht weiter optimiert und eine für zukünftige Experimente unter Verwendung höherer Tritiumaktivitäten geeignete Anzuchtapparatur in einem Handschuhkasten aufgebaut. Um in einem überschaubaren Zeitraum eine hinreichende Masse Algen produzieren und so eine nachhaltige Untersuchung der während des Algenwachstums eingebauten Tritiumaktivität gewährleisten zu können wurde das Gesamtlösungsvolumen auf 10 Liter HTO/H₂O erhöht.

4. Geplante Weiterarbeiten

Um die Irreversibilität der Bindung von Tritium während der Wachstumsphase der verwendeten Algen zu untersuchen, sollen sowohl Kryosublimations- und Verbrennungs- als auch Rückwaschexperimente durchgeführt werden. Parallel dazu erscheinen weiterführende Experimente zur passiven Tritium-Anreicherung an Oligosacchariden als durchaus viel versprechend.

Nach erfolgter Kalibrierung der Elektrolyseanlage sollen unterschiedliche Elektrodenmaterialien auf Ihren Tritium-Separationsfaktor hin untersucht werden (z. B. Fe, Cu, Ni, Zn, Mo, Ti). Die in der Projektlaufzeit erhaltenen Ergebnisse zu den durchgeführten Untersuchungen zur Tritium-Anreicherung werden in Form eines Abschlussberichts aufbereitet und zusammengefasst.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Auftragnehmer: Evonik 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 31.12.2007	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 2.036.936,35 EUR	Projektleiter: Brecht	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In Deutschland gab bzw. 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 Kernbrennstoff aus diesen Reaktoren zu entwickeln und anzuwenden, um im Anschluss das wieder gewonnene 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 zurück gewonnenen Kernbrennstoffes mittels abgereicherten Urans vorgesehen. Auf diese Weise werden das in den Brennstoffplatten enthaltene Polyethylen entfernt 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: Das Zustimmungsverfahren für die Weiterverarbeitung ist abgeschlossen, so dass vom Verarbeiter Proben zur Überprüfung angenommen werden konnten. Die Genehmigung zur Bearbeitung des SUR-Brennstoffs durch das Bayrische Staatsministerium wurde erweitert und beinhaltet inzwischen außer der Bearbeitung von Brennstoff aus den SUR-Kernen auch die Bearbeitung der AKR-Platten des VKTA Rossendorf. Die Annahme von weiterem Brennstoff durch TUM/RCM zur Verarbeitung erfordert eine Rücknahmeerklärung der zuständigen Bundes- bzw. Landesbehörden. Eine solche Erklärung eines Landes würde von der Bayerischen Genehmigungsbehörde als Auflagenenerfüllung hinsichtlich des Rücknahmekriteriums akzeptiert werden. Auf diesem Weg wäre die Erfüllung der genehmigungstechnischen Randbedingungen für eine weitere Verarbeitung von SUR-Kernen bzw. AKR-Platten aus nicht staatlicher Verwahrung möglich.
- AP2: Die beiden restlichen SUR-Kerne aus der Staatlichen Verwahrung wurden inzwischen vollständig geblendet. Zugehörige Proben wurden zur Abklärung der Spezifikation im August an AREVA NP/ANF geliefert.
- AP3: Da eine der Proben aus den geblendeten SUR-Kernen (TU Darmstadt) die Spezifikation in einem Punkt, der für die weitere Verarbeitung ohne Belang ist, nicht erfüllt hatte, musste beim NMU eine ergänzende Zustimmung bzgl. der Annahme dieses Brennstoffs eingeholt werden. Diese wurde im September erteilt, so dass eine Annahme durch AREVA NP/ANF vorbehaltlich der Ergebnisse von Sintertests möglich war. Nach Abschluss der Sintertests wurde eine positive Annahmeerklärung im Dezember 2007 ausgesprochen. Aus technischen Gründen bei ANF konnte die physische Annahme jedoch nicht sofort erfolgen, sondern wurde auf den 23.01.2008 terminiert.
- AP4: Mehrere Verträge wurden durch die Betreiber (TH Kiel, TU Berlin, VKTA Rossendorf) bereits unterzeichnet. Das weitere Vorgehen wird mit dem BMBF abgestimmt.
- AP5: Mit den restlichen SUR-/AKR-Betreibern wurden intensive Gespräche geführt über die weitere Fortführung des Projekts und den Inhalt der bereits vorab zugesandten Verträge. Diese wurden mit den meisten Beteiligten inzwischen diskutiert und weitgehend abgestimmt. Entsprechende Gespräche fanden mit TUM/RCM statt, wobei ständig ein Austausch über den Fortschritt der Konditionierungsarbeiten erfolgte.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1 - AP5:

Über das weitere Vorgehen nach Phase 1 ist eine Abstimmung mit allen Beteiligten unter Führung des BMBF erforderlich.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Universität Karlsruhe (TH), Kaiserstraße 12, 76131 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 31.07.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 347.892,00 EUR	Projektleiter: Prof. Herrlich	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Gesamtziel:

Untersuchung der Signalwege, die durch Doppelstrangbrüche angeschaltet werden und zur Inhibierung des Mdm2 Proteins (und damit zur Zunahme des p53 Proteins) führen.

Bezug zu förderpolitischen Zielen:

Das Vorhaben dient dem Kompetenzerhalt und der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Wissenschaftliche und/oder technische Ziele:

Aufklärung der Signaltransduktionskette nach ionisierender Strahlung (IR), Identifizierung neuer Zielproteine für die Krebstherapie

Bezug zu anderen Arbeiten:

Untersuchungen zur Stabilisierung des p53 Proteins nach Schädigungen der DNA bilden einen Forschungsschwerpunkt in der Arbeitsgruppe Blattner am Institut für Genetik.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- A.1: Identifizierung der Kinase, die GSK-3 nach ionisierender Strahlung phosphoryliert
- A.2: Identifizierung der Mechanismen, die zur Aktivierung der GSK-3 Kinase nach ionisierender Strahlung führen.
- B.1: Analyse der Mechanismen, die zur Translokation von CKI δ nach ionisierender Strahlung führen.
- B.1.1: Analyse strahleninduzierter Phosphorylierungen von CKI δ
- B.1.2: Analyse strahleninduzierter Sumoylierung von CKI δ
- B.2: Analyse der Signaltransduktion, die der Translokation zugrunde liegt
- B.3: Analyse von CKI δ Zielgenen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Zu A: Wir hatten das Manuskript zu diesen Arbeiten im vergangenen Berichtszeitraum zur Veröffentlichung eingereicht. Das Manuskript wurde von den Gutachtern als interessant und veröffentlichungswürdig eingestuft. Allerdings sollten weiterführende Experimente durchgeführt werden. Diese Untersuchungen wurden im vergangenen Berichtszeitraum durchgeführt und das Manuskript erneut eingereicht. Leider konnten die Gutachter noch immer nicht zufrieden gestellt werden und es waren erneut weitere Experimente durchzuführen. Zu den durchgeführten Experimenten zählen:

- Analyse der GSK-3 und Akt Phosphorylierung in ATM-defizienten Zellen
- Analyse der p53 Akkumulation in Gegenwart eines DNA-PK Inhibitors
- Analyse der p53 Akkumulation in Abwesenheit von ATM und ATR Aktivität
- Analyse der p53 Phosphorylierung 1, 2 und 4 Stunden nach Bestrahlung
- Behandlung von Zellen mit Inhibitoren und Fraktionierung der Zellen
- Mutation der GSK-3 Phosphorylierungsstellen des Mdm2 Proteins und Analyse der strahlenabhängigen Zunahme des p53 Proteins

Zu B: Im vergangenen Berichtszeitraum haben wir die Analyse der Assoziation von CKI delta mit 14-3-3 Proteinen abgeschlossen. Obwohl die strahleninduzierte Assoziation von CKI delta mit 14-3-3 Proteinen anfangs deutlich und reproduzierbar war, konnte die Assoziation durch mehrere Mitglieder der Arbeitsgruppe nicht mehr nachgewiesen werden. Wir müssen deshalb annehmen, dass es sich bei dem ursprünglich positiven Ergebnis um einen Artefakt handelte.

Im vergangenen Berichtszeitraum haben wir uns außerdem mit der Frage beschäftigt, welche Rolle CKI delta überhaupt für die zelluläre Strahlenantwort spielt. Dazu haben wir CKI delta sowohl mit einem chemischen Inhibitor als auch mit siRNA ausgeschaltet. Dabei zeigte sich bei beiden Ansätzen übereinstimmend, dass bei Abwesenheit oder bei Inaktivierung von CKI delta mehr Zellen eine Strahlenbehandlung überlebten. Sowohl die Koloniebildungsfähigkeit als auch die Proliferationsrate war unter diesen Bedingungen gesteigert. Mehrere Arten von Kulturzellen, die wir für diese Arbeiten verwendet hatten, zeigten dabei die gleiche Tendenz.

4. Geplante Weiterarbeiten

Zu A: Während einer der Gutachter nun die Veröffentlichung der Daten unterstützt, konnte auch die zweite Revision die Vorbehalte eines zweiten Gutachters nicht vollständig ausräumen. Deshalb sind noch einige wenige Experimente durchzuführen.

Zu B: Im vergangenen Berichtszeitraum haben wir beobachtet, dass die Abwesenheit oder Inaktivierung von CKI delta das Überleben bestrahlter Zellen fördert. Dabei ist noch unklar, ob das verbesserte Überleben auf eine Verbesserung der Doppelstrangbruchreparatur oder auf eine Verringerung der strahleninduzierten Apoptose, möglicherweise auf Kosten einer erhöhten Mutationsrate zurück zu führen ist. Diesen Fragen soll im kommenden Berichtszeitraum nachgegangen werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Universität Duisburg-Essen, Universitätsklinikum Essen, Hufelandstraße 55, 45147 Essen		Förderkennzeichen: 02 S 8254
Vorhabensbezeichnung: Checkpoint Manipulation als Strategie für den Strahlenschutz und für die Strahlensensibilisierung von Säugetierzellen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2004 bis 31.07.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 361.512,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Iliakis	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Identifizierung und Charakterisierung einer neuen Klasse von Verbindungen, die als Radioprotektoren durch Verlängerung des G2-Blocks wirken, und Vor-Einschätzung ihrer möglichen Verwendung im Strahlenschutz für den Menschen.

Einzelziele:

Ziel 1: Auswertung der Produktion und Exkretion von GAMA in das Wachstumsmedium durch bestrahlte A1-5 Zellen. Standardisierung der Bedingungen für eine Großproduktion von Medium, das mit A1-5 Zellen konditioniert wurde, um es für eine anschließende Charakterisierung und Reinigung von GAMA zu verwenden. Auswertung der Effekte von GAMA auf die G2-Checkpoint-Reaktion mit Hilfe der Durchflusszytometrie.

Ziel 2: Auswertung der Checkpoint-Signale im Zusammenhang mit dem G2-Block und Überprüfung, ob diese Signale nach der Einwirkung von GAMA verändert werden. Auswertung unter Betonung des Pfades, der von ATM/ATR ausgeht, über Chk1/Chk2 und über CDC25C seine Fortsetzung findet, um schließlich zur Phosphorylierung des Serins 15 von Cdk1 zu führen.

Ziel 3: Bestimmung von Größe, Ladung, molekularer Natur und Struktur von GAMA. Bestätigung der Peptid-Natur von GAMA und Analysen unter Verwendung eines Proteinsequenz-Analysators und der Massenspektrometrie.

Ziel 4: Herstellung von mono- und polyklonalen Antikörpern gegen das Peptid. Verwendung dieser Reagenzien, um festzustellen, ob GAMA von einem Vorstufen-Protein abgeleitet wird. Wenn die Antwort positiv ausfällt, Beginn der Klonierung des Gens für dieses Protein.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1.1 Standardisierung der Wachstumsbedingungen
- AP1.2 Standardisierung der C-Med Präparation
- AP1.3 Produktion von C-Med in großem Maßstab
- AP1.4 Auswertung der G2-Arretierung in C-Med, das GAMA enthält
- AP2.1 Effekte von GAMA auf die Cdk1 Kinase
- AP2.2 Effekte von GAMA auf Cdc25C
- AP2.3 Effekte von GAMA auf ATM/Chk2 und ATR/Chk1 Pfade
- AP3.1 Bestimmung der Ladung
- AP3.2 Stabilitätstest
- AP3.3 Die Natur von GAMA
- AP3.4 Reinigungs-Strategie
- AP3.5 Sequenz-Analyse
- AP3.6 Massenspekttral-Analyse

- AP4.1 Identifikation des Peptids und Vorstufenproteins
- AP4.2 Antikörper Produktion
- AP4.3 Klonierung der Gene für das Protein

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Während der letzten Finanzierungsperiode wurde eine Reihe von Experimenten durchgeführt, die die Charakterisierung von GAMA zum letzten, im Moment möglichen Stand, brachte. Anschließend wurde das Projekt zu mechanistischen Studien über den G₂-Checkpoint orientiert, wie sie im Ziel 2 dargestellt sind, um von dieser Seite mögliche Informationen über die Funktion von GAMA und dadurch über seine Identität und Eigenschaften zu erwerben. Im Einzelnen wurden folgende Resultate erzielt:

- Wir konnten den GAMA-Aktivitätsverlust nach beschleunigter Verdunstung reproduzieren und dadurch zeigen, dass es sich um eine Grundeigenschaft des Faktors und nicht um experimentelle Variabilität handelt. Auch Versuche über Lipophilisierung GAMA zu konzentrieren blieben ohne Erfolg. Aufgrund dieser Tatsachen, die die weitere Durchführung des Projektes erschwerten, haben wir unsere Bemühungen, auf die Signalwege, die über GAMA aktiviert werden, fokussiert.
- Experimente haben die Aktivierung von ATM über Phosphorylierung an Serin-1981 evaluiert und die dadurch erzielte Fokusbildung mit der Fokusbildung von γ -H2AX und Chk2-pT68 verglichen. Kinetiken wurden aufgenommen und miteinander verglichen. Dabei wurden wichtige Erkenntnisse über die Funktion von ATM in der DNA-Doppelstrangbruchreparatur und Checkpointaktivierung gewonnen. So zeigt Fokusbildung von ATM-pS1981 eine lineare Abhängigkeit von der Strahlendosis, die der von γ -H2AX ähnelt.
- Koffein, ein ATM/ATR Hemmstoff, ist nicht in der Lage, die ATM-pS1981 Fokusbildung zu beeinträchtigen, was auf einen Effekt auf DNA-Reparatur und Checkpointaktivierungsschnittstelle hindeutet, die an der Signaltransduktionskette nach der ersten Phosphorylierung zu suchen ist. Ähnliche Ergebnisse wurden auch mit anderen Checkpoint-Hemmstoffen gewonnen, wie zum Beispiel mit UCN-01 und diversen Chk2-Inhibitoren.
- Sehr interessante Ergebnisse wurden mit einem speziellen ATM-Inhibitor gewonnen, der von KuDos freundlicherweise zur Verfügung gestellt wurde. Dabei hat es sich gezeigt, dass gezielte Inhibierung von ATM die pS1981-Phosphorylierung effektiv hemmen kann.
- Die Effekte von Koffein, UCN-01, Ku55433 und Chk2-Hemmstoffen auf dem G₂-Block wurden detailliert mit Hilfe von Durchflusszytometrie gemessen. Dabei sollen Verhältnisse, die die Zellzykluseffekte mit Signalaktivierung verknüpfen, etabliert werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die oben beschriebenen Erkenntnisse werden, falls möglich, auf die A1-5 eingesetzt um Informationen über die Signalverhältnisse nach GAMA-Einwirkung zu sammeln und dadurch die Effekte von GAMA auf Checkpoints besser zu charakterisieren.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Eine Veröffentlichung wird zurzeit vorbereitet.

Zuwendungsempfänger: Ludwig-Maximilians-Universität München, Geschwister-Scholl-Platz 1, 80539 München		Förderkennzeichen: 02 S 8264
Vorhabensbezeichnung: Anpassung einer Ionen-Mikrostrahleneinrichtung für Untersuchungen zur Dynamik von geschädigten DNA-Regionen und zur Rekrutierung von Reparaturfaktoren		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2004 bis 31.08.2007	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.08.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 221.619,00 EUR	Projektleiter: Dr. Friedl	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Durch Ionen-Mikrobestrahlung von markierten Chromatindomänen im Zellkern sollen Untersuchungen zur Dynamik der geschädigten Bereiche und zur Rekrutierung von Reparaturproteinen ermöglicht werden. Dies dient dem Verständnis der Rolle topologischer Faktoren bei der Entstehung von Chromosomenaberrationen. Technisches Ziel des Projektes ist die Adaptation einer bestehenden Ionen-Mikrostrahlleinrichtung für biologische Experimente. Dazu ist es nötig, die Treffergenauigkeit mit physikalischen und mit biologischen Methoden zu charakterisieren und mögliche Störfaktoren zu beseitigen. Zudem muss eine geeignete Zellkammer entwickelt werden und eine Methode zum wieder auffinden bestrahlter Zellen etabliert werden. Schließlich soll die Eignung der entwickelten Systeme durch Lebendzellbeobachtung nach gezielter Bestrahlung subnukleärer Regionen verifiziert werden. Nach Etablierung biologischer Experimente an der Mikrostrahlleinrichtung kann diese auch für andere Projekte aus dem medizinisch-biologischen Bereich genutzt werden. Die Zusammenarbeit von Strahlenbiologen, Zellbiologen und Kernphysikern soll eine interdisziplinäre Ausbildung von Naturwissenschaftlern ermöglichen und dient dem Kompetenzerhalt in der Strahlenforschung.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Charakterisierung und Verbesserung der Treffergenauigkeit

AP2: Entwicklung von Markierungssystemen zum Wiederauffinden der Zellen

AP3: Weiterentwicklung der Zellkammer für Lebendzellbeobachtung

AP4: Praxistest durch Lebendzellbeobachtung nach gezielter Bestrahlung sub-nukleärer Strukturen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1 - AP4:

Die geplanten Experimente wurden abgeschlossen und weitgehend ausgewertet. Der Schlussbericht wird gegenwärtig erstellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1 - AP4: Fertigstellung des Abschlussberichts.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Im Berichtszeitraum gab es keine neuen Veröffentlichungen.

Zuwendungsempfänger: Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin		Förderkennzeichen: 02 S 8274
Vorhabensbezeichnung: Fallversuche mit Brennelement-/HAW-Transport- und Lagerbehältern in Originalgröße		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2004 bis 31.12.2007	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 505.736,00 EUR	Projektleiter: Dr. Droste	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Stilllegung der deutschen Kernkraftwerke und damit die Zwischenlagerung von hoch radioaktiven Abfällen sowie der darauf folgende Transport zur Endlagerung bedingt die Erforschung stoßartiger Unfälleinwirkungen auf Brennelement-Transport- und Lagerbehälter.

Das Ziel dieses Vorhabens ist die Unterstützung der Versuchsplanung, Instrumentierung der Versuchsobjekte zur Beanspruchungsanalyse sowie die Durchführung und Auswertung von Fallversuchen von Behältern in Originalgröße aus 9 Metern Höhe auf ein unnachgiebiges Prüfstandfundament. Dabei werden die für die Beanspruchungscharakteristik und -höhe relevanten Kennwerte, wie Aufprallverzögerungen und Dehnungen, an allen wichtigen Behälterbauteilen gemessen, so dass eine umfassende quantitative Beanspruchungsanalyse der sicherheitstechnisch relevanten Bauteile der Behälter möglich ist. Im Vorfeld werden entsprechende Berechnungsmodelle und -variationen erstellt und deren Bewertung im Vergleich mit Experimenten durchgeführt. Zusätzlich dienen die Ergebnisse als Basis zur Quantifizierung der Leckagerate des Dichtsystems für die Berechnung der resultierenden Aktivitätsfreisetzung und zur Festigkeitsanalyse der tragenden Teile am Behälter.

Mit den Veröffentlichungen der Untersuchungsergebnisse soll zum Einen die wissenschaftliche Nutzung der Ergebnisse, insbesondere zur Versuchsplanung und zum Vergleich von Berechnungsmethoden, gefördert werden, zum Anderen soll aber auch das Verständnis für die Sicherheit von Brennelement-Transport- und Lagerbehältern und die Methode zur Prüfung durch Originalbehälterversuche verbessert werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- I. Versuchsplanung und Vorbereitung
- II. Versuchsdurchführung
- III. Erweiterte Versuchsauswertung
- IV. Berechnung von Versuchsauswirkungen
- V. Vergleich von gemessenen und berechneten Behälterbeanspruchungen
- VI. Ermittlung von Stoßdämpfermaterialgesetzen
- VII. Kooperation mit U.S. NRC

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Analyse von experimentellen Fallversuchsergebnissen (Dehnungs- und Verzögerungs-Zeitverläufe) eines skalierten Versuchsbehälters für Übertragbarkeitsbetrachtungen,
- Analyse von Fallversuchen mit Behältern in Originalgröße zur wissenschaftlichen Bewertung von Aufprallfundamenten hinsichtlich Unnachgiebigkeit und Regelkonformität,
- Weiterführende Analyse und Auswertung von Ergebnissen aus dynamischen Stoßversuchen auf Holz bei großen Deformationen (Dehnrate, Mehrachsigkeit und Beanspruchungsrichtung),
- Untersuchung zu Modellierungsvariationen (FEM) von Fichtenholz und der zu verwendenden Materialgesetze auf der Basis kontinuumsmechanischer Gesetze,
- BAM/ U.S. NRC – Workshop zu Forschungsarbeiten und dem Stand der Untersuchungen auf dem Gebiet der Sicherheitsbeurteilung von Brennelementtransportbehältern,
- Untersuchung der Anwendbarkeit verschiedener Stoßdämpfer-Modellierungsformen mit der Finite-Elemente-Methode und Nachrechnung eines Fallversuchs auf der Basis dieser Modellierungsformen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Dynamische Kompressionsversuche mit skalierten Stoßdämpferholzproben im geführten Fallprüfstand; vergleichende Analyse und Auswertungen der resultierenden Beanspruchungszeitverläufe mit den unter konstanten Dehnraten ermittelten dynamischen Fließkurven
- Weiterführung der Untersuchungen zur Anwendbarkeit verschiedener Materialgesetze für Fichtenholz und der Anwendbarkeit verschiedener Modellierungsformen für stoßdämpfende Bauteile
- Fortsetzung der Kooperation zwischen BAM und U.S. NRC auf dem Gebiet der Sicherheitsbeurteilung von Brennelementtransport- und Lagerbehältern im Modell- und Originalmaßstab: Fortführung des Austauschs und Vergleichs von Versuchs- und Berechnungsergebnissen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Tagungsbeiträge: 15th International Symposium on the Packaging and Transportation of Radioactive Materials, PATRAM 2007, October 21-26, 2007, Miami, Florida, USA

B. Droste: Experiences and perspectives of package testing under hypothetical accident conditions.

A. Musolff, K. Müller, M. Neumann, A. Kadji, B. Droste: Drop test results of the full-scale CONTOR® V/TC prototype.

M. Neumann, F. Wille, B. Droste: Using scale model impact limiter in the assessment of transport casks for radioactive material.

T. Quercetti, K. Müller, S. Schubert: Comparison of experimental results from drop testing of a spent fuel package design using a full-scale prototype model and a reduced-scale model.

K. Müller, N. Melnik, T. Quercetti, B. Droste: Impact target characterization of the BAM Drop Test Facility.

M. Neumann, F. Wille, V. Ballheimer: Estimation of Cask Deceleration and Impact Limiter Deformation under 9m Drop Test Conditions using the Calculation Tool "ImpactCalc".

Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 8294
Vorhabensbezeichnung: Kontrolle biologischer Untersuchungen bei der Dekontamination heterogener, schwach radioaktiv kontaminierter Geosubstrate für die Strahlenschutzvorsorge (KOBIOGEO)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2004 bis 31.08.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 616.671,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Büchel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Messverfahren zur Kontrolle und Optimierung der biologischen Dekontamination heterogener, schwach radioaktiv kontaminierter Geosubstrate sollen entwickelt werden. Durch die Effizienzsteigerung des Entzugs von Radionukliden und Schwermetallen aus Geosubstraten über die Biomasse wird ein substantieller Beitrag zur Strahlenschutzvorsorge geleistet.

Die Untersuchung des prozessabhängigen Verhaltens von natürlich vorkommenden Seltenen Erden Elementen (SEE) wird zur Kontrolle und Optimierung der Aufnahme von Schwermetallen/ Radionukliden aus geogenen Materialien in Pflanzen genutzt. Mittels begleitender, vereinfachter Laborversuche können komplizierte Transferprozesse auf ihre wesentliche physikalische, chemische und biologische Wirkungsweise hin untersucht werden.

Die Ergebnisse sind inhaltlich umsetzbar für die Optimierung anderer Bioremediationsprojekte, für die eine hinreichend große Verfügbarkeit von natürlichen SEE sichergestellt ist. Die Einzelschritte werden im Hinblick auf eine Patentierung überprüft und die Ergebnisse in Lehrveranstaltungen und künftige Forschungsprojekte eingebracht mit dem Ziel eines Kompetenzerhalts im Umgang mit radiogenen Materialien.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Laboruntersuchungen

In Gefäßversuchen (10 l-Maßstab) werden Einzelprozesse innerhalb des Geosubstrat-Biomaterial-Interaktionsbereiches, sowie innerhalb einzelner Pflanzenkompartimente betrachtet. Die eingesetzten wässrigen Medien werden chemisch auf den Lösungsinhalt, die SEE-Fraktionierung und teilweise auf die Fraktionierung der stabilen Isotopen (^2H , ^{18}O , ^{13}C , ^{34}S) untersucht. In Kleinlysimeterversuchen wird die Übertragbarkeit auf den Geländemaßstab überprüft.

Batch- und Säulenversuche dienen der Untersuchung des Freisetzungs- und Sorptionsvermögens von Schwermetallen/Radionukliden im Geosubstrat.

Testfeld Gessenwiese

Auf dem Testfeld werden ausgewählte Pflanzen angebaut und nach definierten Zeiträumen zu Analysezwecken geerntet. Daneben werden diverse Größen der klimatischen Wasserbilanz, der Hydrogeologie und der Hydrochemie ermittelt und Probenmaterial (Grundwasser, Sickerwasser, Bodenproben) für Analysezwecke gewonnen.

VKTA Rossendorf

Um die Übertragbarkeit der bis dato am Standort Gessenwiese ermittelten Ergebnisse der Labor- und Geländeuntersuchungen zu überprüfen, werden die Resultate auf einen neuen Anwendungsfall übertragen. Mittels Lysoimeterversuchen werden die Transferfaktoren für ^{90}Sr und ^{137}Cs an Substraten des Freigeländes des VKTA Rossendorf untersucht.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Laborarbeiten:

Die Vorarbeiten für den zuletzt durchgeführten Säulenversuch mit gezielter Inokulation von, aus Testfeld-Substrat isolierten Mikrobenstämmen, wurden nahezu abgeschlossen und dienen der Entscheidungsfindung hinsichtlich der zu wählenden Versuchsbedingungen für weitere Untersuchungen. Daneben erfolgte ein umfangreicher mikrobiologischer Batch-Versuch zur Untersuchung des Freisetzungs- bzw. Immobilisierungsverhaltens von Kontaminanten unter gleichzeitigem Monitoring der Seltenen Erden Elemente sowie physikochemischer und mikrobiologischer Parameter. Die Auswertung dieses Versuches auch in Hinblick auf den anstehenden Säulenversuch wird in Kürze abgeschlossen.

Neben der Durchführung des letzten Säulenversuches erfolgen Mikrokosmenversuche zum Studium des (gekoppelten) Redoxverhaltens von Mangan und Cer unter Variation verschiedener physikochemischer und geochemischer Parameter. Dies wird dem weiteren Prozessverständnis, aber auch der Interpretation der bisherigen Säulenversuchs-Resultate dienen (Mn-Ce-Anomalien).

Feldarbeiten:

Die Ernte der Pflanzversuche 2007 wurde im September termingerecht durchgeführt. Trotz der überdurchschnittlich hohen Niederschläge während der Vegetationsperiode waren Pflanzenwachstum und Reifegrad ausreichend, um die geplanten Analysen durchzuführen. Diese umfassen Biomassebestimmung, Ermittlung des Mykorrhizierungsgrades und Aufschlüsse zur Ermittlung der Schwermetall- und Radionuklidgehalte in den einzelnen Pflanzenkompartimenten. Zur Erfassung des Parameters Redoxpotenzial im Boden wurde auf dem Testfeld eine stationäre Anlage mit drei Tiefenstufen (30 cm, 60 cm, 100 cm) installiert. Die Kampagnen zur Beprobung von Grund- und Bodenwasser wurden dem bestehenden System entsprechend weitergeführt, um Langzeitbeobachtungen zu gewährleisten.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Feldmessungen auf dem Testfeld Gessenwiese werden weitergeführt. Auf dem Gelände des VKTA Rossendorf werden die geplanten Kleinlysimeterversuche mit behandeltem Bodensubstrat (^{90}Sr und ^{137}Cs) durchgeführt. Im Mittelpunkt der Arbeiten stehen die Weiterführung der Datenauswertung und die Verfassung des Abschlussberichtes.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Lonschinski, M., Merten, D. and Büchel, G. (2007): Planting regimes on a weakly heavy metal contaminated site and the impact on soil water chemistry. 6th Symposium on remediation in Jena "Jenaer Sanierungskolloquium: Microbe-mineral interfaces at heavy metal polluted sites", 4-5 October 2007.

Lonschinski, M., Grawunder, A., Merten, D., Büchel, G. (2007): Testfeld Gessenwiese – Biologische Sanierungsmaßnahmen auf einem schwach kontaminierten Standort. Internationales Bergbausymposium WISMUT 2007 in Gera, 10-12 Sept. 2007.

Lorenz, Ch., Merten, D., Haferburg, G., Büchel, G. (2007): Laboratory investigations on biogeochemical mobilisation processes of manganese and iron. 17th International Biohydrometallurgy Symposium Frankfurt/M. 2-5 Sept. 2007.

Lorenz, Ch., Merten, D., Haferburg, G., Büchel, G. (2007): Laboruntersuchungen zu Interaktionen von Boden, Wasser und Mikroorganismen mit Schwermetallen und Radionukliden. Internationales Bergbausymposium WISMUT 2007 in Gera, 10-12 Sept. 2007.

Lorenz, Ch., Merten, D. and Büchel, G. (2007): Microbially mediated reactive transport monitoring of heavy metals using rare earth elements. 6th Symposium on remediation in Jena "Jenaer Sanierungskolloquium: Microbe-mineral interfaces at heavy metal polluted sites", 4-5 October 2007.

Zuwendungsempfänger: Universität Karlsruhe (TH), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8305
Vorhabensbezeichnung: Abbruch massiver Betonbauwerke der Energietechnik		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2005 bis 31.12.2007	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 295.177,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Müller	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Forschungsvorhaben hat zum Ziel, den Abbruchprozess dickwandiger Betonbauteile aus hochwertigem Beton zu analysieren und darauf aufbauend geeignete Verfahren zu empfehlen, die einen wirtschaftlichen und gleichzeitig umweltschonenden Rückbau massiver Konstruktionen des Kernreaktorbaus ermöglichen. Kern des Vorhabens ist die umfassende Untersuchung und Bewertung der vorhandenen Methoden und Verfahren zum Abbruch und zur Dekontamination massiver Betonbauwerke der Energietechnik. Hierbei kommen ingenieur- und materialwissenschaftliche sowie wirtschaftswissenschaftliche Methoden zur Anwendung. Im Ergebnis der Forschungsarbeit soll ein Leitfaden entstehen, aus dem unter Berücksichtigung der jeweiligen örtlichen Randbedingungen diejenige Abbruchmethode ersichtlich wird, die den anzusetzenden Maßstäben am Nächsten kommt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Forschungsprojekt ist in 3 Arbeitsschwerpunkte (AS) gegliedert:

- ASI: Sichtung, Auswertung und Archivierung des nationalen und internationalen Informations- und Datenmaterials zur Thematik des Forschungsvorhabens
- ASII: Entwicklung einer umfassenden Matrix zur vergleichenden Darstellung und Bewertung der identifizierten Abbruchverfahren
- ASIII: Erarbeitung eines Leitfadens als Entscheidungshilfe zur Auswahl geeigneter objektbezogener Abbruchverfahren oder auch Verfahrenskombinationen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Tätigkeiten in den Arbeitsschwerpunkten I und II sind abgeschlossen. Im vergangenen Halbjahr wurde nur noch der Arbeitsschwerpunkt III bearbeitet.

Dabei handelt es sich um die Fortsetzung der bereits im letzten Zwischenbericht (für den Zeitraum vom 01.01.2007 bis 30.06.2007) aufgeführten Verfahrensbeschreibungen, insbesondere die textlichen Ausarbeitungen sowie die tabellarische und grafische Darstellung der Verfahren. Zudem wurden die Arbeitspakete des Projektpartners zur Wirtschaftlichkeitsbewertung der Trenn- und Dekontaminationsverfahren in die Abschlussdokumentation eingearbeitet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten im Forschungsprojekt sind bis auf die Erstellung der Abschlussdokumentation bzw. des Leitfadens beendet. Auch diese Tätigkeiten werden in Kürze abgeschlossen. Der Abschlussbericht wird Ihnen nach Fertigstellung umgehend zugesandt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Folgende Kongressbeiträge wurden bisher veröffentlicht:

H. S. Müller, G. Herold, W. Hörenbaum, A. Neumann, K. Fleischer, R. Knappik:
Kerntechnische Anlagen – Aktuelle betontechnische Forschungsergebnisse.
Schriftlicher Kongressbeitrag, 16. Internationale Baustofftagung „ibausil“, Weimar,
20. - 23. September 2006.

Hörenbaum, W.; Herold, G.; Müller, H. S.:
Abbruchverfahren massiver Betonbauteile der Energietechnik.
Schriftlicher Kongressbeitrag, 8. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver
Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, Dresden, 21. - 23. März 2007.

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Str., 52428 Jülich		Förderkennzeichen: 02 S 8315
Vorhabensbezeichnung: 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: 01.07.2005 bis 30.06.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 90.502,80 EUR	Projektleiter: Dr. Caspary	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Gemeinschaftsvorhabens mit der TU München, das auf den Ergebnissen der Vorhaben mit den Förderkennzeichen 02S8081 und 02S8091 aufbaut, ist die Weiterentwicklung des Softwarepakets zur Reduktion des Aufwands für Kalibrierung, Auswertung und QA/QC und die damit verbundene Verbesserung von Präzision und Richtigkeit bei der Deklaration und Freimessung von Abfällen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen. Die Software erlaubt dem Anwender Informationen oder Angaben zum individuellen Messobjekt bei der Inventaranalyse quantitativ zu verwerten. So lassen sich die Unsicherheiten bzgl. der Übereinstimmung der Eigenschaften des Messobjektes und der verwendeten Kalibrierung deutlich reduzieren. Die wesentlichen Ziele der Weiterentwicklung sind die Optimierung bestehender sowie die Erarbeitung und Ergänzung weiterer Inventaranalysemethoden, die Berücksichtigung der Ortsdosisleistung und die Internationalisierung.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte sind:

- AS1: Entwicklung, Codierung, Integration und Validierung eines Moduls zur numerischen Berechnung der Ortsdosisleistung an Nuklearabfallgebinden.
- AS2: Entwicklung, Codierung, Testintegration und Test eines auf dem algebraischen Rekonstruktionsalgorithmus basierenden Moduls zur Aktivitätsbestimmung aus Oberflächenzählratenverteilungen aus dem Gamma-Scanning.
- AS3: Internationalisierung.
- AS4: Verbesserung der Ergonomie.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die durchgeführten Testrechnungen und Parameterstudien führten zu einer Optimierung der Rechenparameter. Mit diesen Einstellungen sind Rekonstruktionen in einigen Sekunden möglich.

Bei der Anwendung auf eine weite Bandbreite unterschiedlich komplexer Objektmodelle und Aktivitätsverteilungen zeigten sich jedoch numerische Instabilitäten (numerisches Schwingen, Divergenz). Die Gründe hierfür sind bisher noch nicht in allen Einzelheiten verstanden.

In einem weiteren Optimierungsschritt sollen die Instabilitäten durch Anwendung geeigneter numerischer Verfahren eliminiert werden. Ist das nicht möglich, ist durch ein geeignetes Error-Handling die Integrität des Moduls sicherzustellen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Sind die Arbeiten zur Vermeidung der numerischen Instabilitäten abgeschlossen, müssen die Testrechnungen zum Teil wiederholt werden, um die optimale Einstellung der Rechenparameter und die Leistungsfähigkeit des Algorithmus zu bestimmen.

Im Anschluss werden viele unterschiedliche Objektmodelle mit derselben Zählratenverteilung ausgewertet und geprüft, ob der Einsatz des Algorithmus eine genauere Bestimmung des Aktivitätsinventars zulässt und eine belastbare Aussage über die Unsicherheit des Aktivitätsinventars gestattet. Sollte dies gelingen, folgen die Integration in die Software und Verifizierung des Gesamtsystems.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 02 S 8325
Vorhabensbezeichnung: 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: 01.07.2005 bis 30.06.2008		Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 187.860,00 EUR		Projektleiter: Dr. Bücherl

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Gemeinschaftsvorhabens mit dem Forschungszentrum Jülich GmbH, das auf den Ergebnissen der Vorhaben mit den Förderkennzeichen 02S8081 und 02S8091 aufbaut, ist die Weiterentwicklung des Softwarepakets zur Reduktion des Aufwands für Kalibrierung, Auswertung und QA/QC und die damit verbundene Verbesserung von Präzision und Richtigkeit bei der Deklaration und Freimessung von Abfällen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen. Die Software erlaubt dem Anwender Informationen oder Angaben zum individuellen Messobjekt bei der Inventaranalyse quantitativ zu verwerten. So lassen sich die Unsicherheiten bzgl. der Übereinstimmung der Eigenschaften des Messobjektes und der verwendeten Kalibrierung deutlich reduzieren. Die wesentlichen Ziele der Weiterentwicklung sind die Optimierung bestehender sowie die Erarbeitung und Ergänzung weiterer Inventaranalysemethoden, die Berücksichtigung der Ortsdosisleistung und die Internationalisierung.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte sind:

1. Optimierung und Erweiterung der bereits entwickelten Analysealgorithmen.
2. Erweiterung und Verbesserung des den Simulationen zugrunde liegenden Objektmodells.
3. Verbesserte Einbindung von Messdaten und weiterer Informationen.
4. Flexibilisierung des Analyseverfahrens.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Es wurden weitere Optimierungen und Überarbeitungen am Modul für die Simulation von (segmentierten) Gamma-Scan (SGS)-Messungen vorgenommen. Diese wurden einerseits aufgrund von identifizierten Programmfehlern (Bugs) erforderlich, andererseits um eine weitere Geschwindigkeitsoptimierung zu erzielen. Die Identifikation von möglichen Programmfehlern durch Testläufe war ein Hauptaugenmerk während des Berichtszeitraums. Das Simulationsmodul wurde bereits in einigen Fällen bei RCM bei der quantitativen Auswertung von SGS-Messungen als unterstützende Maßnahme erfolgreich eingesetzt.

Die Arbeiten an der (automatischen) Analysefunktion wurden fortgesetzt. Dabei lag der Schwerpunkt auf der Automatisierung der Analyse. Zahlreiche Testläufe mit simulierten und gemessenen Datensätzen wurden durchgeführt. Dabei wurde aber in einigen Fällen ein zusätzlicher Entwicklungsbedarf des Programmcodes identifiziert und mit dessen Realisierung begonnen.

Die Erstellung des ursprünglich begonnen Nutzerhandbuchs wurde abgebrochen, da sich dieses aufgrund seines zu erwartenden Umfangs für eine praktische Nutzung als ungeeignet erwies. Als Ersatz wurde eine Dreiteilung in Handbuch (allgemeine Beschreibung, Beispiele), technische Referenz (grundlegende Prinzipien) und eine durchgängige online Hilfe im Programm selbst (Beschreibung der Eingabefelder, Tasten etc.) beschlossen und mit ihrer Umsetzung begonnen.

Ein Konzept für die Verwertung des Projektergebnisses, d. h. des Softwarepaketes SWGamma, wurde erstellt. Dieses sieht vor das Programm SWGamma als Laboranwendung kostenfrei inklusive Handbuch, technischer Referenz und Hilfsfunktionen zum Download nach vorheriger Registrierung bereitzustellen. Die Anpassung von Teilen von SWGamma (z. B. des Moduls für Freimessplätze oder der Simulation von SGS-Messungen) an kundenspezifische Bedürfnisse erfolgt durch direkte Aufträge der Interessenten.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die unvorhergesehenen Verzögerungen bei der Entwicklung der Software des Analysemoduls sowie der Umstellung auf eine neue, wesentlich nutzerfreundliche Struktur der Dokumentation haben die für den vorliegenden Berichtszeitraum geplanten Arbeiten in Verzug gebracht. Somit kann ein Teil dieser Arbeiten erst im folgenden Halbjahr fertig gestellt werden. Hierzu zählen:

- Fertigstellung der Dokumentation in der neuen, nutzerfreundlichen Form.
- Fertigstellung des Analysemoduls und Einbindung in die Oberfläche von SWGamma.
- Weitere Tests des überarbeiteten Analysemoduls.

Die identifizierten Verbesserungen zur Nutzerfreundlichkeit, die bereits im aktuellen Berichtszeitraum berücksichtigt werden sollten, werden durchgeführt.

Die Internationalisierung, d. h. die Verfügbarkeit des Programms in deutscher und englischer Sprache, wird realisiert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Darmstadt, Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt		Förderkennzeichen: 02 S 8335
Vorhabensbezeichnung: Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2005 bis 31.12.2009	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 496.151,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Löbrich	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben hat zum Ziel, eine auf mechanistischer Grundlage basierende Abschätzung der Gefährdung durch niedrige Dosen ionisierender Strahlung zu erhalten. Dies ist für geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor zivilisatorischer Strahlenbelastung und für eine wissenschaftlich fundierte Festlegung von Grenzwerten für den Umgang mit und die Entsorgung von radioaktivem Material essentiell. Um verlässliche Vorhersagen über das Krebsrisiko in dem für den Strahlenschutz relevanten Dosisbereich von wenigen mSv machen zu können, müssen die für hohe Strahlendosen bekannten Risiken zu niedrigen Dosen hin extrapoliert werden. Dazu bedarf es eines mechanistischen Verständnisses der nach Bestrahlung mit niedrigen Dosen ablaufenden zellulären Prozesse, die zu für die Krebsentstehung relevanten genetischen Veränderungen führen. Ziel des Vorhabens ist es, solche genetischen Veränderungen im Bereich niedriger Dosen durch Untersuchungen an bestrahlten Personen zu erfassen und in einen quantitativen Zusammenhang zur Strahlendosis zu stellen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

In Menschen sollen zu verschiedenen Zeiten nach Exposition mit niedriger Strahlendosis DNA-Doppelstrangbrüche (DSBs) mittels Immunfluoreszenznachweis erfasst und mit dem Reparaturvermögen der einzelnen Individuen korreliert werden. Diese *in vivo* Studien sollen durch Zellkulturexperimente ergänzt werden, welche zum Ziel haben, die biologische Auswirkung der nach niedrigen Strahlendosen auftretenden DSBs zu ergründen und so einen direkten Bezug zur Krebsentstehung herzustellen.

Das Gesamtvorhaben wird in 4 Arbeitspakete eingeteilt. Die Arbeitspakete 1 und 2 beinhalten Untersuchungen zum Nachweis von DSBs in bestrahlten Personen und sollen in Zusammenarbeit mit den Instituten der Radiologischen Klinik der Universität des Saarlandes durchgeführt werden. Diese *in vivo* Studien sollen es ermöglichen, eine individuelle Bewertung der Strahlenreaktion und einer sich daraus ergebenden Risikoabschätzung vorzunehmen. Die Arbeitspakete 3 und 4 stellen Experimente mit Zellen in Kultur dar. Sie tragen maßgeblich dazu bei, die biologische Auswirkung einer ausbleibenden oder eingeschränkten DSB Reparatur zu bewerten und somit einen direkteren Zusammenhang zwischen der Strahlenexposition und einer möglichen Krebsentstehung aufzustellen.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP3: Checkpoint-Messung in lebenden Zellen

Checkpoints sind integrale Bestandteile des Zellzyklus. Sie kontrollieren dessen fehlerfreien Ablauf und gewährleisten die genetische Stabilität der Zelle. Das Fortschreiten im Zellzyklus kann in der G1-, S- oder G2-Phase arretiert werden, um die Vollendung von Proteinsynthese, Replikation, Metaphase usw. sicherzustellen. In diesem Arbeitspaket wird der Einfluss einer Röntgenbestrahlung auf das Checkpoint-Verhalten von Säugerzellen in Abhängigkeit vom Zellzyklusstatus mit dem technischen Ansatz der Lebendzellmikroskopie untersucht. Bisherige Untersuchungen zur Aktivierung von Checkpoint-Faktoren und zum Ablauf von Kontrollmechanismen und Signalkaskaden bedienten sich vor allem der FACS-Analyse, des Western-Blot Ansatzes und der Immunfluoreszenz. Bei diesen Methoden müssen die Zellen zuvor fixiert (getötet) werden, und man erhält Informationen über den Zellzyklus, das Vorhandensein bestimmter Proteine und die DNA-Schädigung als Momentaufnahme.

Mit der Lebendzellmikroskopie können dagegen Zeitrafferaufnahmen von Zellpopulationen über lange Zeiträume erstellt werden. Anhand der darin gezählten Mitosen kann ein so genannter Mitotischer Index ermittelt werden (Mitosen/Zeit), der einerseits Aufschluss über das Zellzyklusverhalten gibt, andererseits als sensitiver Indikator für optimale Kulturbedingungen herangezogen wird. Durch den Einsatz von Fluoreszenz-gekoppelten Reparaturproteinen bzw. Zellzyklusmarkern ist es weiterhin möglich, die Schadensantwort der einzelnen lebenden Zelle im Film zu verfolgen und zusätzliche Informationen über den Zellzyklusstatus zu erhalten.

In der Tumorzelllinie U2OS konnte anhand der Messung des Mitotischen Index das Einsetzen und Aufrechterhalten des G2/M Checkpoints nach 1 und 2 Gy Röntgenbestrahlung charakterisiert und mit Ergebnissen von konventionellen Methoden verglichen werden. Die Expression einer GFP-53BP1 Fusion in U2OS Zellen ermöglichte die Visualisierung von DNA-Doppelstrangbrüchen in lebenden Zellen. Mit diesem Ansatz konnte beobachtet werden, dass die Zellen den G2/M Checkpoint mit ~20 unreparierten DSBs passieren.

Weiterhin wurde das Einsetzen des G1/S Checkpoints von in G1 bestrahlten Zellen analysiert, sowie das anschließende Verhalten im Zellzyklus über mehrere Stunden dokumentiert. In der G1-Phase bestrahlte Zellen zeigen eine Checkpoint-Aktivierung, wobei die Länge des Arrests vom Zeitpunkt der Bestrahlung in G1 abhängt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP 4: Aufklärung der molekularen Mechanismen der DSB-Reparatur

Kürzlich konnte in unserer Arbeitsgruppe gezeigt werden, dass der G2/M-Checkpoint aufgehoben wird, bevor die DSB-Reparatur abgeschlossen ist, und dass sich die Zellen mit 10-20 DSBs teilen. Dies wirft die Frage nach dem Schicksal dieser Zellen in den folgenden Zellzyklusphasen auf. Aus diesem Grund soll der G1/S-Checkpoint näher charakterisiert werden. Erste Untersuchungen zeigten, dass in der G2-Phase bestrahlte Zellen nach der Teilung in der G1-Phase eine erhöhte Anzahl an γ H2AX-Foci aufweisen. Des Weiteren konnte eine Akkumulation dieser Zellen in der G1-Phase beobachtet werden, was auf eine höhere Sensitivität des G1/S-Checkpoints hindeutet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&Cmd=ShowDetailView&TermToSearch=17943134&ordinalpos=2&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSumLöbrich, M. and Jeggo, P.A. (2007), *Nat Rev Cancer*, 7, 861-869.

Zuwendungsempfänger: Ludwig-Maximilians-Universität München, Geschwister-Scholl-Platz 1, 80539 München		Förderkennzeichen: 02 S 8345
Vorhabensbezeichnung: Aufbau eines Systems isogener stabil diploider humaner Zelllinien mit gezielt durch RNA-Interferenz ausgeschalteten Genen zur Analyse des Zusammenhangs von DNA-Reparaturdefizienz, genomischer und chromosomaler Instabilität		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2005 bis 31.12.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 300.930,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Eckardt-Schupp	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel dieses Vorhabens ist der Aufbau eines isogenen Systems von Telomerase-immortalisierten Human-Zelllinien zur Analyse des Zusammenhangs zwischen DNA-Reparaturdefizienz und genomischer Instabilität. Dazu sollen ausgehend von einer Wildtyp-Zelllinie weitere Tochterzelllinien (TZL) etabliert werden in denen mit Hilfe der RNAi-Technik gezielt Gene supprimiert werden, die für die zelluläre Entscheidung für einen bestimmten Doppelstrangbruch (DSB)-Reparaturprozess eine Rolle spielen. Anschließend sollen die Tochterzelllinien mit einer Vielzahl von molekularen und zytogenetischen Techniken (z. B. Strahlenempfindlichkeit, Zellzyklus-Checkpointaktivierung, DSB-Reparatur-Effizienz, Chromosomenaberrationen) charakterisiert werden. Von besonderem Interesse ist dabei die quantitative und qualitative Analyse der Reparatur von sequenzspezifisch induzierten chromosomalen DSBs. Dazu sollen geeignete Vektorsubstrate in das Genom der Zelllinien integriert werden, die zur Unterscheidung von homologer Rekombination (HR) und Nicht-homologer Endverknüpfung (nonhomologous endjoining, NHEJ) geeignet sind. Mit Hilfe der isogenen Zelllinien und der genannten Testverfahren soll der von uns postulierte kausale Zusammenhang von Doppelstrangbruchreparatur und genomischer bzw. chromosomaler Stabilität nachgewiesen werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Auswahl und molekulare sowie zytogenetische Charakterisierung einer geeigneten telomerase-immortalisierten humanen Zelllinie
- AP2: Herstellung und Charakterisierung abgeleiteter Tochterzelllinien durch Integration von neuen Vektorsubstraten, die parallel die qualitative und quantitative Analyse von HR und NHEJ ermöglichen
- AP3: Etablierung der RNAi-Technik zur Ausschaltung von ausgewählten Genen für HR und NHEJ zur Erzeugung von HR bzw. NHEJ defizienten Kontrollzelllinien und phänotypische Charakterisierung dieser Zelllinien
- AP4: Spezifische Ausschaltung von Genen für die eine Funktion bei der Regulation von DSB-Reparaturwegen postuliert wird
- AP5: Charakterisierung der verschiedenen TZL mit ihren spezifisch ausgeschalteten Genen mittels der für die Wildtyp-Linie etablierten Assays. Auswertung der Ergebnisse und Test der Hypothese

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP5: Rolle von NBS1 in der IGF-1 Signaltransduktion

Zur genaueren Analyse der Rolle von NBS1 in der spontanen Rekombination sollte der Einfluss von Wachstumsfaktoren untersucht werden. Bei diesen Analysen wurde eine deutliche Beeinträchtigung in der IGF-1 induzierten Signalweiterleitung nach knockdown von NBS1 festgestellt werden. Es könnte eine verminderte Aktivierung der PI3K/AKT- und der Ras/Raf/Mek-Signalkaskade gezeigt werden, was eine verminderte Expression von Cyclin D1 zur Folge hat. In den knockdown Zellen führt dies zu einem verlangsamten Voranschreiten im Zellzyklus und auch zu einer verlangsamten Proliferation.

AP5: Rolle von NBS1 in der Basenexcisionsreparatur

Nachdem in NBS1 knockdown Zellen eine erhöhte Empfindlichkeit gegen H₂O₂ und MMS festgestellt werden konnte, wurde nun eine mögliche Beteiligung von NBS1 in der Basenexcisionsreparatur untersucht. In einem *in vitro* BER-Assay konnten wir zeigen, dass die Reparatur eines Oligonukleotides, welches ein Uracil als fehlerhafte Base enthält, in Zellextrakten von NBS1 knockdown Zellen deutlich reduziert ist. Weiterhin konnte bereits gezeigt werden, dass diese Reduktion nicht durch einen Defekt in der Erkennung und Entfernung der schadhafte Base (Incision) liegt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- IGF-1 Stimulierung führt zu erhöhter Resistenz gegen ionisierende Strahlung. Deshalb soll in weiteren Versuchen überprüft werden, ob die Defekte in der IGF-1 Signaltransduktion auch zur Strahlenempfindlichkeit von NBS1 knockdown Zellen beitragen
- weitere Untersuchungen zur Rolle von NBS1 in der Basenexcisionsreparatur

5. Berichte, Veröffentlichungen

Simone Moertl, Marita Angermeier, Friederike Eckardt-Schupp,
Highly Efficient Transfection of a Human Epithelial Cell Line With Chemically Synthesized siRNA Using siLentFect™ Lipid Reagent, BIORAD tech note tech note 5439 (2007)

A. Hematulin, D. Sagan, F. Eckardt-Schupp, S. Moertl,
A new role for *NBS1* in cell cycle progression and cell proliferation via the Ras/Raf/MEK/MAP pathway (submitted)

A. Hematulin, S. Moertl, F. Eckardt-Schupp,
NBS1 has a functional role in IGF-1 signaling pathway promoting cellular proliferation through Ras/raf/MAPK kinase cascade, Poster presentation, ELSO-Meeting 1.9-4.9 2007
Dresden

Zuwendungsempfänger: Gesellschaft für Schwerionenforschung mit beschränkter Haftung, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt		Förderkennzeichen: 02 S 8355
Vorhabensbezeichnung: Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2006 bis 31.07.2010	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 2.189.464,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Kraft	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Forschungsvorhaben soll mit molekular -und zellbiologischen Techniken die biologische Wirkung dicht ionisierender Strahlung, insbesondere die für den Strahlenschutz und die Therapie wichtigen Fragen der Langzeitwirkung untersuchen.

Wissenschaftliche Forschungsziele sind molekular-, zell- gewebe- und populationsrelevante Grundlagenforschung mit dicht ionisierender Strahlung, um die Mechanismen der Strahlenwirkung aufzuklären und den Strahlenschutz zu erweitern. Damit sollen die Risikofaktoren ionisierender Strahlung präzisiert werden, um auf der biomedizintechnischen Seite die Methoden der Strahlentherapie in der Tumormedizin und der Behandlung entzündlicher Prozesse weiter zu entwickeln.

Für diese Arbeiten werden zwei Arbeitsgruppen eingerichtet, die thematisch sowohl in die Forschung der TUD als auch der GSI integriert sind und mit entsprechenden Laboren und Arbeitsmethoden installiert werden. Um die Analysemethoden für die Experimente auf den derzeitigen Stand der Wissenschaft zu halten, ist eine enge Zusammenarbeit mit den vorhandenen Lehrstühlen der TUD geplant.

Zu den wesentlichen Aufgaben der TUD gehört auch die Vertretung des neuen Gebiets in der Lehre, d. h. in Vorlesungen und in Praktika, sowie Betreuung von Diplom- und Doktorarbeiten. Diese Lehrtätigkeit soll sich vor allem in das Curriculum Biologie einfügen. Zusätzlich ist eine enge Zusammenarbeit in der Studentenausbildung innerhalb des Arbeitsgebietes Bionik und mit der Physik geplant. Langfristig wird angestrebt, einen Studiengang Biophysik / Strahlenbiologie anzubieten. Eine Zusammenarbeit der TUD mit der FH wird auch auf diesem Gebiet angestrebt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Schwerpunkte der Forschungsvorhaben an der GSI sind folgende Untersuchungen:

- Cluster DNA-Schäden nach Ionenbestrahlung (im Plasmidmodell und in einzelnen Zellen)
- primäre Strahlen-induzierte DNA-Veränderungen (Strahlplatz Mikroskopie), Reparatur- und Signalübertragung, chromosomale Schäden
- Strahlenreaktion auf zellulärer Ebene: Proteinbiochemie, Zellzyklusanalyse und Zelltod (RBW)
- Langzeitfolgen der Strahlenwirkung: Differenzierung, Genetik, Transformation (RBW)
- Entzündungshemmende Effekte bei niedrigen Dosen
- Modellrechnungen und biologische Verifizierung
- Experimente am Mikrostrahl zur Wirkung kleiner Dosen

An der TUD sind folgende Schwerpunkte geplant:

- Erweiterung der Strahlenarten (Alpha-Teilchen)
- Strahlenwirkung Niedrigdosisbereich / Biomarker Strahlenschutz
- Mutationen / Einfluss v. Umwelttoxinen – Potentierung
- Reparatur
- Zelluläre Strahlenwirkung/ Membran / Signalübertragung / Gewebeeffekte
- Strahlenwirkung auf Gewebe-Entwicklung /Regeneration

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurde der Transfer der Drittmittelprojekte von der Universität des Saarlandes an die TUD abgeschlossen und über diese Mittel halbtags beschäftigte Mitarbeiter eingestellt. Zum 01.09.2007 nahm eine Technische Assistentin ihre Arbeit auf. Ein Auswahlverfahren zur Einstellung einer zweiten Technischen Assistentin wurde durchgeführt und die Stelle zum 01.01.2008 besetzt. Da eine Fertigstellung der Baumaßnahmen nicht stattfand, wurde der Großteil der Forschungstätigkeiten der Arbeitsgruppe „Molekulare Strahlenbiologie“ in Homburg durchgeführt. Ab Herbst 2007 wurden der Arbeitsgruppe von der TUD Büro- und Laborräume in einem Übergangsgebäude zur Verfügung gestellt, und es erfolgte der Umzug der Arbeitsgruppe von Homburg an die TUD. Des Weiteren wurde mit der Beschaffung weiterer notwendiger Laborgeräte begonnen.

Im SS2007 wurden von der Gruppe „Molekulare Strahlenbiologie“ in Homburg im Rahmen des Diplomstudiengangs Biologie ein dreiwöchiges Praktikum, im WS07/08 eine Vorlesungs- und eine Seminarreihe angeboten. Es wurde mit der Konzipierung des Fachgebiets „Strahlenbiologie“ im Rahmen des in Planung befindlichen Bachelor- und Master-Programms der TUD fortgefahren und der zweite Lehrstuhl mit Frau Dr. M. Christina Cardoso besetzt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten konzentrierten sich im Berichtszeitraum auf mechanistische Untersuchungen der Reparatur von komplexen DNA-Doppelstrangbrüchen (DSBs). Frühere Arbeiten deuteten auf eine Beteiligung der Proteine ATM und Artemis an der Reparatur komplexer DSBs hin. Erste Experimente an der GSI zeigten, dass in ATM- und Artemis-defizienten Zellen nach dicht ionisierender Teilchenstrahlung ein größerer Reparaturdefekt als nach dünn ionisierender Strahlung beobachtet werden kann, was eine Rolle dieser Proteine bei der Reparatur komplexer DSBs nahe legt.

Ein weiteres Projekt beschäftigt sich mit der Bedeutung der Chromatinstruktur für die Reparatur von DSBs. An der GSI wurden durch Ionen geschädigte Chromatinbereiche auf ihre Lokalisierung hinsichtlich der Chromatindichte untersucht. Erste Ergebnisse zeigen, dass der Kondensierungsgrad des Chromatins die Ausprägung der Ionen-induzierten H2AX-Phosphorylierung entlang einer Schadensspur beeinflusst. Reparaturstudien in unterschiedlich stark kondensierten Genombereichen zeigten, dass ATM auch bei der Reparatur von DSBs in stark kondensierten Genombereichen eine Rolle spielt (1). Neben der Reparatur ist nach Auftreten von komplexen DSBs auch ein Anhalten im Zellzyklus durch sog. Checkpoints für die Beseitigung der Schäden von großer Bedeutung. Da der Zellzyklusarrest nicht bis zur vollständigen Reparatur der DSBs aufrecht erhalten wird (2), wurden weitere mechanistische Studien zur Regulation dieser Checkpoints durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Der Aufbau der Arbeitsgruppe „Strahlenbiologie“ soll weiter vorangetrieben werden, wobei im ersten Jahreshalbjahr der Umzug aus dem Übergangslabor in die endgültigen Laborräume geplant ist. Zu Beginn des Jahres 2008 soll die Betreuung der ersten Diplomarbeiten aus dem Fachbereich Biologie der TUD übernommen werden. Im SS08 wird die Arbeitsgruppe im Rahmen des Diplomstudiengangs Biologie zwei strahlenbiologische Praktika anbieten. Für das WS08/09 soll der Umfang der strahlenbiologischen Lehre weiter erhöht werden.

Der Schwerpunkt der wissenschaftlichen Arbeiten wird auf der Untersuchung der Mechanismen zur Reparatur von komplexen DSBs liegen. Dazu sollen weitere Experimente mit dicht ionisierender Teilchenstrahlung durchgeführt werden. Ein weiteres Arbeitspaket wird sich mit der Zellzyklusregulation nach ionisierender Strahlung befassen. Diese Untersuchungen sind wichtig für ein besseres Verständnis des Zusammenspiels von Reparatur und Zellzykluskontrolle nach ionisierender Strahlung und ermöglichen einen Einblick in die Mechanismen der Krebsentstehung.

5. Berichte, Veröffentlichungen

A. Goodarzi, A. Noon, D. Deckbar, M. Löbrich, P. Jeggo, 2007, *Molecular Cell*, eingereicht.
M. Löbrich und P. Jeggo, 2007, *Nature Review Cancer* 7:861-9

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8356
Vorhabensbezeichnung: Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abproduktkonditionierung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2006 bis 30.06.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 443.947,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Knorr	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

Nachauftragnehmer der TU Dresden (TUD): VKTA Rossendorf e.V.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- API: Herstellen der radioaktiven Probekörper
- APII: Externe Bestimmung der spezifischen Aktivität der Ablationsprodukte
- APIII: Detailuntersuchungen zur elektrostatischen Abscheidung von Radioisotopen bei unterschiedlichen Temperaturniveaus
- APIV: Detailuntersuchungen zur elektrostatischen Abscheidung von Radioisotopen bei unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten
- APV: Detailuntersuchungen zur elektrostatischen Abscheidung von Radioisotopen bei unterschiedlichen Temperaturniveaus und Strömungsgeschwindigkeiten
- APVI: Detailuntersuchungen zum elektromagnetischen Abheben von Schmelzetropfen
- APVII: Adaption einer Koaxialdüse zum Austragen der Schmelze
- APVIII: Integration der elektrostatischen Abscheidung in die Koaxialdüse
- APIX: Demonstration des optimierten Zusammenwirkens der einzelnen Prozessschritte
- APX: Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Fortführung der Untersuchungen zum Abdampf-, Kondensations- und Ablagerungsverhalten der Radionuklide unter Kurzzeitbedingungen (Minutenbereich):

- Nachweis von Cäsium und Uran im Beton und in der erstarrten Schmelze mittels Laser-Induzierter-Plasma-Spektroskopie (LIPS) mit der Zielstellung sowohl radioaktives als auch inaktives Cäsium und (abgereichertes) Uran nachweisen zu können.
- Fortführung der Verifizierung der bisherigen Ergebnisse zum Nachweis von Sr-85 in der abgetragenen Betonschmelze mit dem Ziel, die Streuweite der bisherigen Ergebnisse einzuengen.
- Fortführung der Arbeiten zur Erweiterung der Ergebnismatrizen für die Ermittlung optimaler Laserparameter unter Verwendung weiterentwickelter Ausblasdüsen. Der Schwerpunkt lag auf der Erzeugung großflächiger Abtragsfelder durch parallele Abtragspuren.
- Fortführung der Arbeiten zur Optimierung der koaxialen Absaugdüse.
- Konstruktion einer geschlossenen Box (= Kontrollvolumen), die für den großflächigen Laserabtrag von kontaminierten Betonproben geeignet ist. Die Anforderungen an die neue Kontrollbox ergaben sich daraus, dass für die Folgeversuche eine erhöhte Aktivität der Betonproben vorgesehen ist.

Ergebnisse:

LIPS ist grundsätzlich geeignet zum Nachweis von Cäsium im Beton. Uran kann qualitativ nachgewiesen werden. Eine quantitative Auswertung der Spektralanalyse konnte jedoch nicht mit hinreichender Genauigkeit durchgeführt werden, da das Uran-Spektrum durch die große Anzahl der im Beton natürlich vorhandenen Elemente (insbesondere durch Calcium) überlagert wird (Koinzidenzen). Damit ist für den konkreten Anwendungsfall die Massenspektroskopie (ICP-MS) für den Urannachweis die bevorzugte Messmethode.

Für die Radionuklidmessungen wurde ein neuartiges Gamma-Spektrometer in Betrieb genommen, wodurch die Auflösung der Spektralkurven deutlich verbessert werden konnten.

Beim Herstellen eines großflächigen Abtrags besteht die Gefahr, dass aufgeschmolzenes, radioaktiv belastetes Material in den schon dekontaminierten Bereich verlagert wird. Es konnte gezeigt werden, dass durch geeignete Strahlführung dieser negative Effekt minimiert wird, ohne dass die unerwünschte Bildung von Feinstaub und/oder faserigen Abprodukten zunimmt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Fortführung der Arbeiten entsprechend Arbeitsplan.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag auf Tagung KONTEC-2005

Vortrag Jahrestagung Kerntechnik 2006

Vortrag auf Tagung KONTEC-2007

Zuwendungsempfänger: Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstraße 45, 47803 Krefeld		Förderkennzeichen: 02 S 8366
Vorhabensbezeichnung: Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten -SHARK-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2006 bis 30.09.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 440.490,00 EUR	Projektleiter: Dyllong	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist der Nachweis der großtechnischen Machbarkeit von Hochgeschwindigkeitsflammspritz-Beschichtungen auf Endlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten.

Ausgehend von der Klassifizierung bisheriger Beschichtungen von Nuklearkomponenten erfolgt die Adaption der HVOF-Technologie für die Anwendungen der Nukleartechnik sowie die Auswahl von Komponenten für die Verifizierung der großtechnischen Umsetzung. Parallel wird ein Programm für mögliche Reparatur- und Nachbehandlungsschritte erarbeitet.

Mit der Durchführung des Vorhabens werden Grundlagen für die Reparatur von Langzeitzwischenlagerbehältern einerseits und für die Auslegung und Fertigung von End- und Zwischenlagerkomponenten andererseits geschaffen. Das Vorhaben erschließt ein zusätzliches Sicherheitspotential im Hinblick auf die Betriebsphase eines Endlagers und den möglichen Einfluss einer korrosiven Atmosphäre. Das Verfahren trägt zu einer Weiterentwicklung im Bereich Korrosionsschutz für Zwischen- und Endlagerkomponenten sowie von HVOF-Beschichtungsverfahren bei, so dass neue Nutzungsmöglichkeiten und Optionen für wissenschaftliche Weiterentwicklungen eröffnet werden.

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit der Universität Hannover – Institut für Werkstoffkunde (Vorhaben mit dem Förderkennzeichen 02S8386) durchgeführt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP2.1: Klassifizierung bisheriger Beschichtungen
Spezifizierung bisheriger Beschichtungen von ausgewählten Nuklearkomponenten und die Gegenüberstellung zu den im Vorfeld des Vorhabens gewonnenen Ergebnissen.
- AP2.2: Adaption der HVOF-Technologie für die Anwendungen in der Nukleartechnik
Prüfung bestehender Regelwerke, Einbeziehung entsprechender Sicherheitsrandbedingungen (z. B. Schallschutz) und die Festlegung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung. Machbarkeitstest an einer zylindrischen Kleinkomponente (ca. 7t).
- AP2.3: Auswahl von Komponenten für die Verifizierung der großtechnischen Umsetzung
Auswahl des Equipments insbesondere der Filter- und Manipulatorstechnik zur Beschichtung des Großzylinders.
- AP2.4: Programm möglicher Reparatur- und Nachbehandlungsschnitte
Definition und Auswahl der Nachbehandlungs- und Reparaturzonen.

- AP2.5: Großtechnische Realisierung
HVOF-Beschichtung eines Großzylinders. Begleitend findet die Beprobung, Auswertung und Dokumentation statt.
- AP2.6: Berichterstattung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP2.1: Literaturstudie zur Klassifizierung bisheriger metallischer Beschichtungsverfahren in der Nukleartechnik durch die GNS weiterhin in Bearbeitung.
- AP2.2: Eine ergänzende (dritte) Runde von Probenbeschichtungen inkl. Ergebnisdurchsprache wurde abgeschlossen; Finale Berichte der Untersuchungsergebnisse in Bearbeitung; Definition des Beschichtungsmaterials und der Beschichtungsstärke ist abgeschlossen; Beschichtung der Kleinkomponente wurde durchgeführt und ausgewertet; Ergebnisse bei großen Flächen gut, an komplizierten Geometrien optimierbar.
- AP2.3: Weitere Diskussion über die technische Realisierung der Beschichtung von Großbehältern (max. Abmaße, max. Gewichte) mit dem Beschichter; Identifikation von Bauteilgeometrien ist abgeschlossen; Identifikation des notwendigen Equipments und der Randbedingungen (z. B. Schallschutz) ist abgeschlossen.
- AP2.4: Herstellung von Probenmaterial ist abgeschlossen; Beschichtung der Reparaturzonen ist zum größten Teil abgeschlossen.
- AP2.5: Keine Aktivität.
- AP2.6: Keine Aktivität.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP2.1: Abschluss der Literaturstudie
- AP2.2: Sektorweise Wiederholung der Beschichtung der Kleinkomponente; Untersuchung der beschichteten Kleinkomponente als auch der begleitenden Probebeschichtungen beim IW Hannover
- AP2.3: Verifikation der an der Kleinkomponente gewonnenen, verfahrenstechnischen Ergebnissen für die Umsetzung an die Großkomponente
- AP2.4: Abschluss der Untersuchung der reparierten Stellen am IW Hannover
- AP2.5: Zusammenarbeit mit Beschichter zur Beschichtung der Großkomponente
- AP2.6: Dokumentation der Ergebnisse der Probenuntersuchungen; Dokumentation der Kleinkomponentenbeschichtung; Dokumentation der Reparaturschichtuntersuchungen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 02 S 8376
Vorhabensbezeichnung: Bestimmung von Endlager-relevanten, langlebigen Radionukliden mittels radiometrischer und spezieller massenspektrometrischer Verfahren		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2006 bis 31.01.2010	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 973.314,00 EUR	Projektleiter: Dr. Lierse von Gostomski	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Bestimmung schwer messbarer, langlebiger Radionuklide wie z. B. ^{10}Be , ^{41}Ca , ^{79}Se , ^{93}Mo , welche für Betrachtungen zur Langzeitsicherheit von Endlagerstätten und zur Beurteilung der radiologischen Belastung des Menschen und der Umwelt ein unerlässlicher Gesichtspunkt sind. Solch langlebige Nuklide sind in Abfallströmen zwar deklarationspflichtig, aber experimentell schwer zugänglich. Die üblichen Abschätzungen über Modelle sind aufgrund fehlender experimenteller Datenbasis fehlerbehaftet. Das Vorhaben soll experimentelle Methoden erarbeiten, um solch schwer messbare Nuklide verlässlich quantifizieren zu können und die Datenbasis für künftige Modellrechnungen zu verbessern.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte sind:

1. Ausarbeitung von Trennungsgängen für die zu quantifizierenden Nuklide zur Abtrennung der Fremdaktivitäten unter Berücksichtigung der besonderen Probenmatrizes und der nachfolgenden Analytik
2. Optimierung der Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS) hinsichtlich der Isobarenscheidung
3. Präparation von Realproben nach 1. und Messung mit AMS nach 2
4. Optimierung der hochauflösenden induktiv-gekoppelten Massenspektrometrie (ICP-RMS) analog 2
5. Präparation von Realproben nach 1. und Messung mit ICP-HRMS nach 4.
6. Radiochemische Neutronenaktivierungsanalyse für Nuklide, welche dadurch theoretisch zugänglich sind

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Inzwischen ist die Ausarbeitung der Trennungsgänge für die ausgewählten Nuklide weitgehend abgeschlossen, einschließlich der für die Massenspektrometrie erforderlichen Isobarenabtrennung. Insbesondere die Erarbeitung der Isobarenabtrennung mithilfe von Tracern, die im FRM II hergestellt wurden, war in vielen Fällen anspruchsvoll.

Parallel dazu wurde an der AMS mittels Referenzsubstanzen, die ebenfalls im FRM II hergestellt wurden, mit Experimenten begonnen, um die für eine verlässliche Messung erforderlichen Optimierungen auszuarbeiten.

Ergebnisse:

Für sämtliche ausgewählten Nuklide wurden chemische Trennungsgänge ausgearbeitet, die es erlauben, das entsprechende Nuklid radiochemisch sauber aus einer Matrix zu isolieren. Insbesondere die Isobarenabtrennung ist hierbei zu nennen.

Bzgl. der AMS stellen die Nuklide mit Ordnungszahlen größer ca. 30 eine Herausforderung dar, da bei diesen Nukliden die chemische Isobarenabtrennung höchst effektiv erfolgen muss, um eine verlässliche AMS-Messung vornehmen zu können.

4. Geplante Weiterarbeiten

Neben der AMS soll nun auch die ICP-HRMS verstärkt in die messtechnische Optimierung mit einbezogen werden. Für Nuklide, deren messtechnische Erfassung mittels AMS oder ICP-HRMS bereits verlässlich möglich ist, könnten in absehbarer Zeit erste Realproben präpariert werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

KONTEC 2007, Dresden (Kurzvortrag, Poster)

GDCh Wissenschaftsforum Chemie 2007, Ulm (Vortrag)

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8386
Vorhabensbezeichnung: Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten -SHARK-		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2006 bis 30.06.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 202.982,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist der Nachweis der großtechnischen Machbarkeit von Hochgeschwindigkeitsflammspritz-Beschichtungen auf Endlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten.

Ausgehend von der Klassifizierung bisheriger Beschichtungen von Nuklearkomponenten erfolgt die Adaption der HVOF-Technologie für die Anwendungen der Nukleartechnik sowie die Auswahl der Komponenten für die Verifizierung der großtechnischen Umsetzung. Parallel wird ein Programm für mögliche Reparatur- und Nachbehandlungsschritte erarbeitet. Mit der Durchführung des Vorhabens werden Grundlagen für die Reparatur von Langzeitzwischenlagerbehältern einerseits und für die Auslegung und Fertigung von End- und Zwischenlagerkomponenten andererseits geschaffen.

Das Vorhaben erschließt ein zusätzliches Sicherheitspotential im Hinblick auf die Betriebsphase des Endlagers und den möglichen Einfluss einer korrosiven Atmosphäre. Das Verfahren trägt zur Weiterentwicklung im Bereich Korrosionsschutz für Zwischen- und Endlagerkomponenten sowie von HVOF-Beschichtungsverfahren bei, so dass neue Nutzungsmöglichkeiten und Optionen für wissenschaftliche Weiterentwicklung eröffnet werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Literatur-Recherche.
- AP2: Klassifizierung bisheriger Beschichtungen.
- AP3: Korrosionsuntersuchungen von Spritzschichten mit verschiedenen chemischen bzw. elektrochemischen Prüfverfahren.
- AP4: Adaption bestehender Technologie.
- AP5: Definition und Auswahl Nachbehandlung.
- AP6: Korrosionsuntersuchungen und metallografische Analyse an ausgewählten Reparaturbeschichtungen.
- AP7: Transfer der Laborergebnisse auf eine Großkomponente.
- AP8: Bewertung der Beschichtungen hinsichtlich Technologie, Wirtschaftlichkeit, Einsatzmöglichkeiten und Optimierungsmaßnahmen.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP3: Korrosionsuntersuchungen von Spritzschichten:

Aufgrund der Ergebnisse der ersten beiden Probenreihen wurden Spritzwerkstoffe mit Bestandteilen von Nickel (Matrix), Chrom und zum Teil in geringeren Mengen Wolfram, Bor, Kupfer oder Molybdän für die weiteren Untersuchungen ausgewählt.

Die Spritzwerkstoffe wurden

- 1.) auf weiteren Probenplatten in unterschiedlichen Schichtdicken untersucht,
- 2.) an einer Kleinkomponente (Casoikbehälter), um den Einfluss schwierigerer Geometrien erfassen zu können, getestet.

zu 1): Charakterisierung der Beschichtungen durch metallographische Untersuchungen und Schichtdickenmessungen, Porositätstest (Ferroxytest), Korrosionstests: Wassertest (24 Stunden Auslagerung in Leitungswasser) und Salzsprühnebeltest nach DIN EN ISO 9227.

Folgende Beschichtungen wurden mit Schichtdicken von 200, 300, 600 und 1000 µm geprüft:

- a) Ni/Cr-80/20 (Massenprozent),
- b) Ni/Cr-80/10 und
- c) Vergleichsproben mit Galvanisch-Nickel 600 µm.

Metallographische Untersuchung ergab bei allen Proben gute Schichtanbindung an den Grundwerkstoff und auch in etwa die geforderten Schichtdicken; Porositätstest durch Ferroxytest: für Beschichtung

- a) geringe Porenhäufigkeiten von 2 - 15 %,
- b) es wurden große Porenhäufigkeiten von 50-80 % in Abhängigkeit von der Schichtdicke festgestellt,
- c) sehr wenige aber eindeutige Porenanzeigen.

Korrosionstests:

- a) ausreichender Korrosionsschutz ab einer Schichtdicke von 300 µm,
- b) Korrosionserscheinungen schon nach 24 Stunden auch bei Schichtdicken von 1000 µm, Bestätigung der Ergebnisse der Korrosionstests, durch elektrochemische Messungen der Korrosionsstromdichten,
- c) Korrosionserscheinungen im Salzsprühnebeltest nach 24 Stunden.

Zu 2.) Untersuchung des Casoikbehälters.

Beschichtung: Duplexschicht aus Ni/Cr-80/20 % und darauf NiCr-60/20 + W10Cu, Mo

Wassertest: Korrosionsereignisse in den Radien des Innenprofils, Ferroxytest: geringe Porenhäufigkeit.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP5: Definition und Auswahl Nachbehandlung:

- Prüfung bestehender Regelwerke,
- Einbeziehung entsprechender Sicherheitsrandbedingungen (z. B. Schallschutz) und
- die Festlegung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung.

AP6: Korrosionsuntersuchungen und metallografische Analyse an Reparaturbeschichtungen:

- Untersuchung der Reparaturbeschichtungen durch Wassertest, Ferroxytest und Salzsprühnebeltest nach DIN EN ISO 9227,
- metallografische Untersuchung der reparierten Schadstellen.

AP7: Transfer der Laborergebnisse auf eine Großkomponente:

- Fortsetzung Machbarkeitstest an einer zylindrischen Kleinkomponente (ca. 7 t).

AP8: Bewertung der Beschichtungen:

- Dokumentation und Diskussion der Ergebnisse und deren Einbeziehung in das weitere Untersuchungsprogramm.

5. Berichte, Veröffentlichungen

„Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten - SHARK -, Norbert Dyllong, Dr. Wolfgang Steinwarz, Reiner Wienert, Karl-Heinz Kramm, Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Krefeld / D, Prof. Dr. Friedrich-Wilhelm Bach, Thomas Hassel, Sabine Behrens, Leibniz Universität Hannover, Institut für Werkstoffkunde, Garbsen / D, Abstract zum Vortrag KONTEC 2007, Dresden, 21.-23.03.07

Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 8396
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: 01.07.2006 bis 31.12.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 437.041,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Kothe	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben dient der Strahlenschutzvorsorge durch biologische Dekontamination von radioaktiven Bauschutt unter Einsatz geeigneter Mikroben. Es untersucht mikrobiologische und biotechnische Prozesse, die insgesamt eine optimale Ausnutzung von Bepflanzungsstrategien zur sanften Remediation von radioaktiv belastetem Bauschutt in einer Biosituationsbereinigung erlauben sollen. Die Arbeiten sind durch die inhaltliche Verknüpfung mit dem Graduiertenkolleg „Alteration und Elementmobilisierung an Mikroben-Mineral-Grenzflächen“ ein Beitrag zur Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder gewesen, die die „Jena School for Mikrobial Communication, JSMC“ zur Förderung als Graduiertenschule im Oktober 2007 genehmigt hat.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Lysimeterversuche: Die Ernte der Lysimeter erfolgte wie geplant im Oktober 2007. Die Analysen der Proben, die den Einfluss unterschiedlicher Bepflanzung und mikrobiellen Inokulation auf Dekontamination dienen sollen, erfolgen zur Zeit. Hier wurden in der letzten Pflanzperiode andere Pflanzen getestet (Agrocystis-Gras), das eine mehrjährige Bepflanzung erlaubt und für große Biomasserträge bekannt ist. Möglicherweise – abhängig von den erzielten Ergebnissen – wäre hier eine Verbesserung im Sinne der Nachhaltigkeit mehrjähriger Bepflanzungen möglich. In 2008 sind Messungen der Einflussgröße von Mikroben durch Antibiotika/Mykostatika geplant.

Pilotanlage: Die Pilotanlage wurde aufgebaut. Sie soll in 2008 erstmalig bepflanzt werden. In ihr werden Substrate aus dem Rückbau des Forschungsreaktors Rossendorf eingesetzt, die die Anwendbarkeit der Ergebnisse sicherstellen werden.

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Bepflanzung der Lysimeter und erneute Inokulation sollen klären, in wie weit eine mehrjährige Bepflanzung für die Dekontamination tauglich ist. Eine solche Ausrichtung würde eine noch kostengünstigere Variante erlauben. Gleichzeitig kann mit einem mehrjährigen Versuch die Nachhaltigkeit der Inokulation im nachfolgenden Winter durch Bereitstellung von Pflanzenwurzeln für die biotrophen Mykorrhizapilze untersucht werden. Die Auswertung der Ergebnisse aus der Ernte der Lysimeter in 2007 erfolgt nach der Analyse der Daten, die im Winterhalbjahr erhoben und zusammengestellt werden.

Die bakteriellen Inokula wurden im Pflanzjahr 2007 ebenfalls noch einmal abgewandelt, um ein besseres Wachstum der Bakterien im Bodensubstrat zu erreichen. Hier konnten neue Isolate verwendet werden, die in einer Felduntersuchung im Jahr 2006 erhalten und charakterisiert wurden. Die My-

korrhizierungsrate der Pflanzperiode 2007 wurde durch Anfärben der Wurzelspitzen erzielt. Auch hier sind die Arbeiten zur Auswertung noch nicht abgeschlossen.

Die Identifizierung von Siderophoren der Bakterien ist publiziert, weitere Arbeiten sind eingereicht. Diese Siderophore haben in Topfexperimenten eine Verbesserung des Pflanzenwachstums unter Schwermetallstress gezeigt. Daher ist hier ein molekulares Wirkprinzip entdeckt, das weit reichend eingesetzt werden kann.

4. Geplante Weiterarbeiten

- 2007/11-2008/3: Datenerhebung der geernteten Biomassen.
 2008/3-9: Pflanzzeit 2008 mit Datenerhebung in Kleinlysimumern und Pilotanlage.
 2008/9-12: Auswertung und Erstellen eines umfassenden Arbeitsberichts mit Leitfaden zur biologischen Dekontamination von alkalischen Substraten.
 2008/12: Abschlussbericht

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Kothe, E. 6th Symposium on remediation in Jena ("Jenaer Sanierungskolloquium"): Microbe-mineral interfaces at heavy metal polluted sites. Tagungsband, Jena.
- Kothe E, Dimkpa C, Gherghel F, Haferburg G, Krause K, Schmidt A, Schindler F, Zellmer A, Kießig G, Merten D, Büchel G, Zeggel L. 2007. Microbial adaptation and its use for bioremediation. Proceedings of the WISMUT remediation, Gera, Germany.
- Zeggel L, Zellmer A, Schindler F, Schmidt A, Reinicke M, Voigt K-D, Krause K, Kießig G, Kothe E. 2007. Microbial contribution to bioaccumulation of heavy metals including radioisotopes. Kontec 2007, BMBF, Dresden, Germany.
- Dimkpa C, Gherghel F, Haferburg G, Reinicke M, Schindler F, Schlunk I, Schmidt A, Schütze E, Zeggel L, Merten D, Büchel G, Kothe E. 2007. The effect of acid mine drainage on soil microbiology. Summer School, Bucharest, Rumania.
- Behl RK, Ruppel S, Kothe E, Narula N, 2007. Wheat x *Azotobacter* x VA mycorrhiza interactions towards plant nutrition and growth - a review. J. Appl. Bot. Food Qual. 81, 95-109
- Haferburg G, Merten D, Büchel G, Kothe E, 2007. Biosorption capacity of metal tolerant microbial isolates from a former uranium mining area and their impact on changes in rare earth element patterns in acid mine drainage. J Basic Microbiol. 47, 474-484.
- Haferburg G, Kothe E. 2007. Microbes and metals: interactions in the environment. JBM 47, 453-367.
- Schmidt A, Haferburg G, Schmidt A, Merten D, Gherghel F, Büchel G, Kothe E, 2008. Heavy metal resistance *Streptomyces* strains from a former uranium mining area. Chemie der Erde, in press.
- Dimkpa C, Scatos A, Merten D, Büchel G, Kothe E, 2008. Hydroxamate siderophores produced by *Streptomyces acidiscabies* E13 bind nickel and promote growth in cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under nickel stress. Can. J. Microbiol., in press.
- Albarracín VH, Winik B, Kothe E, Amoroso MJ, Abate CM, 2008. Evidences of copper bioaccumulation by *Amycolatopsis* sp. AB0, a copper resistant strain. Eingereicht.
- Zeggel L., Zellmer A, Schindler F, Schmidt A, Reinicke M, Kießig G, Kothe, 2008. Possibilities for the use of microorganisms in remediation strategies. Eingereicht, IASA volume on remediation of uranium mining sites.
- Sineriz ML, Kothe E, Abate CM. Cadmium biosorption by *Streptomyces* sp. F4 isolated from former uranium mine. Eingereicht
- Haferburg G, Klöß G, Schmitz W, Kothe E, 2007. „Ni-struvite“ – a prospectively new biomineral generated by a nickel resistant *Streptomyces acidiscabies* strain. Eingereicht
- Dimkpa C, Scatos A, Dabrowska P, Schmidt A, Boland W, Kothe E, 2008. Relationship between selected heavy metals and the concurrent production of auxins and siderophores by *Streptomyces* ssp. Eingereicht.

Zuwendungsempfänger: SGE Spezialgeräteentwicklung GmbH, Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8406
Vorhabensbezeichnung: Weiterentwicklung der Technologie Plasmaschneiden für nichtmetallische Materialien für den praktischen Einsatz beim Rückbau und der Zerlegung von Kernkraftwerksanlagen und Reaktoren sowie für den Katastrophenschutz		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2006 bis 31.08.2008	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 353.540,00 EUR	Projektleiter: Pfaff	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben hat das Ziel der Weiterentwicklung der Technologie „Plasmaschneiden für nichtmetallische Materialien“ für den praktischen Einsatz beim Rückbau und der Zerlegung von Kernkraftwerksanlagen und Reaktoren sowie für den Katastrophenschutz. Das Plasmaschneiden für nichtmetallische Materialien ist ein universell einsetzbares Trenn- und Abtragsverfahren, welches sich durch folgende Merkmale auszeichnet:

- leichtes Werkzeug
- vibrationsfreies und berührungsloses Trennverfahren
- Trennbarkeit fast aller Materialien und Materialgemische
- geringe Wärmeausbreitung
- Bearbeitungsprozess ohne Krafteintrag
- Manipulatoreinsatz möglich
- preiswerte Verschleißteile

Damit sind verschiedene Einsatzmöglichkeiten gegeben:

- Katastrophenschutz (z. B. THW)
- Zerlegung von kontaminierten Materialien
- Rückbau von Kernkraftanlagen
- Aufbereitung von zum Recycling vorgesehener Baugruppen

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Entwicklung Strömungsoptimierter Brennerkopf
- AP2: Entwicklung Handbrenner
- AP3: Zerlegeversuche an Reaktorelementen
- AP4: Entwicklung Brenner für Flächenabtrag
- AP5: Entwicklung Brenner für Unterwassereinsatz
- AP6: Entwicklung Auffangvorrichtung für Schmelze

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Durchführung systematischer Schneidversuche mit einem neuen Brenner mit Wirbelgasdüse. Dabei wurden die Schneidergebnisse unter der Variation der Schneidströme, Gasdrücke, sowohl für Schneidgas als auch für Hüllgas, sowie unter Verwendung verschiedener Gase (Ar, He, Luft, CO₂, Formiergas) ermittelt.
- AP2: Die Handbrennerentwicklung wurde abgeschlossen. Es wurde ein Handbrenner mit integriertem Drahtvorschub konstruiert, sowie eine modifizierte Variante ohne integriertem Drahtvorschub. Letzterer Brenner ist für erste Tests gefertigt worden. Der Drahtvorschub wird durch ein externes Drahtvorschubgerät mit Vorschublängen bis ca. 5m realisiert.
- AP4: Die Funktionalität des Flächenabtrages kontaminierter Objekte wurde anhand verschiedener Objekte nachgewiesen. Dazu wurden Materialproben angefertigt, die realen Materialgemischen nachgebildet wurden. Zu 6. Erste Variante zum Auffangen der Schmelze wurde getestet. Das Ergebnis ist z. Z. unbefriedigend.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Weiterführung der systematischen Schneidversuche.
- Auswertung der Ergebnisse der systematischen Untersuchungen.
- Erprobung und evtl. Verbesserung des Handbrenners.
- Vorstellung des Handbrenners beim THW.
- In Zusammenarbeit mit dem VKTA wird die Technologie des Abtrags kontaminierter Schichten im Caisson in Rossendorf erprobt. Eine Aussage hinsichtlich der Durchmischung kontaminierten Materials mit tiefer liegenden Schichten wird angestrebt.
- Erste Varianten des Schmelze-Auffangens werden verbessert.
- Der Einsatz unter Wasser wird vorbereitet. Ein entsprechendes Schneidgefäß wird angefertigt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Das Verfahren wurde im Rahmen eines Symposiums zum Thema "Rückbau und Stilllegung in Europa" in Worms präsentiert.

Zuwendungsempfänger: Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Wilhelmstr. 7, 72074 Tübingen		Förderkennzeichen: 02 S 8416
Vorhabensbezeichnung: Das Phänomen der Hyperradiosensitivität und deren Modulation durch den Radioprotektor Phosphotyrosin		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2007 bis 31.12.2009	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 220.644,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Rodemann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Phänomen der Hyperradiosensitivität (HRS) im niederen Strahlendosisbereich spricht für eine hohe biologische Wirksamkeit der so genannten „low-dose“-Strahlung. Das Projekt zielt darauf ab, die zugrunde liegenden Mechanismen zu erarbeiten und Möglichkeiten zu finden die Hyperradiosensitivität und die Persistenz von DNA-Schäden nach „low-dose“-Bestrahlung zu unterdrücken.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Vor dem Hintergrund eigener Vorarbeiten zu potentiellen zell- und molekularbiologischen Voraussetzungen der Aspekte HRS und Radioprotektion wird untersucht werden, inwiefern das TP53-Protein in den molekularen Mechanismus der HRS eingebunden ist und ob durch selektive Radioprotektoren, die TP53-spezifisch wirken, eine Modulation des HRS-Phänomens zu erreichen ist.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum 8/2007 bis 3/2008 wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Nach Bestrahlung von TP53wt- und TP53mt-Zellen mit Einzeldosen von 50, 100, 300 und 500 mGy konnte für beide Zellsysteme eine gleichartige Stabilisierung des TP53-Proteins durch eine Serin-15-Phosphorylierung (TP53pS15) festgestellt werden. Unterschiede ergeben sich jedoch in der Kerntranslokation des EGFR. Während in TP53wt-Zellen strahleninduziert die Menge an kernständigem EGFR deutlich ansteigt, ist dies in TP53mt-Zellen nicht zu beobachten.

Mittels Analyse des klonogenen Überlebens nach „low-dose“-Bestrahlung konnte dargestellt werden, dass nur TP53wt-Zellen die schon früher beschriebene Hyperradiosensitivität zeigen, TP53mt-Zellen jedoch nicht.

Die Untersuchungen zur Dosisabhängigkeit der Aktivierung der DNA-PKs konnten bislang nur für TP53wt durchgeführt werden. In diesem Zellsystem ist die durch „low-dose“-Bestrahlung induzierbare DNA-PK Aktivierung - detektiert über die Phosphorylierung des Threoninrestes T2609 - erst ab einer Dosis von ca. 30–50 mGy sichtbar, während im niedere-

ren Dosisbereich (z. B. 18 und 5 mGy), in dem auch eine Hyperradiosensitivität der A549-Zellen zu beachten ist, kein markanter Unterschied zur unbestrahlten Kontrolle sichtbar war.

Obwohl bislang hinsichtlich der Reparatureffizienz über die Quantifizierung der residuellen γ H2AX-Foci 24 Stunden nach Bestrahlung erst der Dosiswert 18 mGy ausgewertet werden konnte, ist in den hyperradiosensitiven TP53wt-A549-Zellen ein signifikant höherer Wert festzustellen als von der Dosislinearität der Doppelstrangbrüche zu erwarten wäre.

Gesamtbewertung der im Berichtszeitraum erzielten Ergebnisse:

In der Gesamtschau der bisherigen Experimente ist zu erkennen, dass differenzielle Unterschiede bzgl. des Hyperradiosensitivitätsphänomens in Abhängigkeit vom TP53-Status bestehen. Inwiefern dies jedoch auf quantitative und qualitative Unterschiede hinsichtlich der Aktivierung der DNA-PK, dem entscheidenden Enzym des Non-Homologous-End-Joining-Reparaturprozesses (NHEJ), zutrifft, kann bislang noch nicht sicher konstatiert werden, da die entsprechenden kryokonservierten Proben für TP53mt-Zellen noch nicht endgültig ausgewertet sind. Basierend auf den Daten der TP53wt-Zellen ist allerdings zu erkennen, dass die Aktivierung der DNA-PK im Sinne der T2609-Phosphorylierung erst ab einem Dosisbereich von 30-50 mGy induziert wird und ihre maximale Stärke erst im Bereich 1000-2000 mGy erreicht wird. Die mögliche Korrelation dieser Ergebnisse mit der differenziellen Kerntranslokation zwischen TP53wt- und TP53mt-Zellen muss ebenfalls noch genauer analysiert werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die geplanten Weiterarbeiten zielen darauf ab, die molekularbiologischen Mechanismen der sehr wahrscheinlich TP53-gekoppelten Hyperradiosensitivität im Kontext der EGFR-Regulation zu erfassen und detailliert zu beschreiben.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Aufgrund der derzeit noch nicht ausreichenden, abgeschlossenen Datenlage kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine Originalpublikation vorgelegt werden. Die Thematik des Projektes ist allerdings teilweise in einen Review-Artikel, der auf Einladung des Int. J. Radiation Biology entstanden ist, eingearbeitet (Rodemann H. P., Dittmann K., Toulany M.: *Radiation-induced EGFR-signaling and control of DNA-damage repair. Int. J. Radiat. Biol.* 83:781-791 (2007).

Zuwendungsempfänger: Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Martinistr. 52, 20251 Hamburg		Förderkennzeichen: 02 S 8427
Vorhabensbezeichnung: Genomische Instabilität durch Doppelstrangbrüche: Bedeutung des Single-strand annealing		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2007 bis 28.02.2010	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 242.558,00 EUR	Projektleiter: Dr. Dahm-Daphi	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Mit diesem Projekt soll untersucht werden, ob für die Reparatur von DNA Doppelstrangbrüche der Weg des „Single-strand annealings“ (SSA) eine besondere Bedeutung hat. Im Gegensatz zu den beiden Hauptwegen, dem „nicht-homologen endjoining“ und der „homologen Rekombination“ ist über diesen Reparaturweg in Säugerzellen wenig bekannt, sodass er hier erstmalig umfassend charakterisiert werden soll. Insbesondere soll die Rolle des SSA für die genomische Instabilität erforscht werden. Daraus ergibt sich zusätzlich die Frage, ob dieser Weg in Tumorzellen und für die Tumorenstehung eine besondere Rolle spielt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Häufigkeit des SSA

AP2: Zellzyklusabhängigkeit des SSA

AP3: Regulation des SSA

AP4: Entstehung von Translokationen durch SSA

AP5: SSA in Tumorzellen vs. SSA in Normalzellen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Es wurde vor allem an den Arbeitspaketen 1, 2, 3 und 5 gearbeitet. Es wurden spezifische Reparaturkonstrukte zur Messung von SSA in Hamsterzellen mit unterschiedlichen Reparaturdefekten (AP1 und 3), in Nierenepithelzellen und in die erste humane Tumorzelle (AP5) integriert. Es wurde über „Knockdown“-Techniken homologe Rekombination unterdrückt und an der Optimierung der Synchronisation von Zellen im Zellzyklus gearbeitet (AP2). Außerdem wurde als Vorstufe zum universellen Reparaturkonstrukt (wie im Projektantrag beschrieben) ein Konstrukt kloniert und integriert, das zunächst das Verhältnis von homologer Rekombination und nicht-homologen Endjoining messen kann (zu AP1).

Als Ergebnis der bisherigen Arbeitsphase lässt sich folgendes zusammenfassen. SSA hat neben den beiden Hauptreparaturwegen mit etwa 2-4 % einen nennenswerten Anteil an der Doppelstrangbruchreparatur. SSA kann darüber hinaus als Ersatzweg dienen, wenn andere Wege nicht zur Verfügung stehen. Als neuartiges Resultat konnten wir erstmalig beschreiben, dass Rad51, ein Protein, das normalerweise weder im nichthomologen Endjoining, noch im SSA beteiligt ist, dennoch in die Regulation und Abstimmung dieser beiden Wege involviert ist. Als Vorstufe zu universellen Reparaturkonstrukten ist das pEJGC funktionell erfolgreich.

4. Geplante Weiterarbeiten

- SSA-Reparaturkonstrukte werden in Hamsterzellen mit weiteren genetischen Defekten (irs1-SF und XR1 Zellen) integriert und Reparatur analysiert (zu AP1 und AP3).
- Für die Zellzyklusphasen-spezifische Reparatur wird ein EndonukleaseExpressionsplasmid erprobt (aus der Arbeitsgruppe T. Mistelli) mit dem zeitlich sehr präzise DSB erzeugt werden können und das dann optimal die Analyse in einzelnen Zellzyklusphasen erlaubt.
- Integration von pEJCG und pEJSSA zur Messung von endjoining, homologer Rekombination und SSA in humane Tumor (zunächst HeLa und A549 Cervix und Lungenkarzinom) und Normalzellen (Immortale Fibroblasten) (zu AP1 und 5)
- Inaktivierung von Rad52 über siRNA und Bestimmung der Rolle dieses zentralen SSA-Proteins für die Regulation aller drei Reparaturwege (AP1-3).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Abstract eingereicht beim internationalen „Meeting on DNA Repair Damage Signalling and Carcinogenesis“ der Deutschen und Französischen Gesellschaften für DNA Reparaturforschung in Toulouse im September 2007.

Paper eingereicht bei Nucleic Acids Research: W. Mansour, et al. Hierarchy of non-homologous end-joining, single-strand annealing and gene conversion at site-directed DNA double-strand breaks.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8437
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2007 bis 30.04.2010	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 482.046,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In der Bundesrepublik Deutschland befinden sich zurzeit 17 Kernkraftwerke im Rückbau, wovon das Kernkraftwerk Niederaichbach und der HDR in Karlstein bereits vollständig demontiert und die "Grüne Wiese" wieder hergestellt werden konnten. Hierbei konnten umfangreiche Erfahrungen gesammelt werden, so dass aus heutiger Sicht keine grundsätzlichen technischen Schwierigkeiten beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen mehr bestehen.

Die Zerlegung von radiologisch belasteten Großkomponenten bleibt jedoch eine schwierige Aufgabe. Zum Einen müssen diese Arbeiten zumeist fern hantiert bzw. automatisiert durchgeführt werden, zum Anderen sind die Abmessungen groß und die Strukturen und Einbausituationen komplex. Sofern die etablierten Verfahren, wie thermisches Schneiden, Nippeln, Sägen, Seilsägen usw., hier nicht oder nur mit reduzierter Leistungsfähigkeit eingesetzt werden können, sind diese Arbeiten zum Teil nur unter hohen zeitlichen und finanziellen Aufwendungen zu realisieren.

Das Forschungsvorhaben setzt an diesem Punkt an: Ziel des Verbundprojektes ist die Entwicklung von flexiblen und kostengünstigen Werkzeugen zum Rückbau von Stahl- bzw. Stahl-Verbund-Komponenten (armierter Schwerbeton, verlorene Schalungen) basierend auf dem Trennschleifprozess.

Hierzu werden zunächst Hartstoffe qualifiziert, die als Alternative zum Diamant, neben Beton, auch gegenüber Stahl eine hohe Schnittleistung und Standzeit aufweisen. Anschließend werden Hartstoffsegmente als Metall-Matrix-Komposite entwickelt und gefertigt, wiederum experimentell mit einem zu entwickelnden Prüfstand qualifiziert und schließlich an Wand- und Schwertsägen, sowie an eine Seilschleifmaschine adaptiert und praxisnah getestet.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Grundlagenuntersuchungen zum Schneidverhalten von Hartstoffen an Stahl und CrNi-Stahl

- a.) Fertigung der Reibstifte mit Hartstoff-Einlage sowie der Stahl-Probekörper
- b.) Inbetriebnahme und Einregelung des Tribometer-Messstandes
- c.) Durchführung von Erosionsversuchen
- d.) Erfassung des quantitativen Verschleißes an Hartstoff und Probekörper, Bestimmung der Verschleißmodi

AP2: Untersuchungen zum Schneidverhalten von unterschiedlichen Schneidstofflegierungen

- a.) Herstellung der Schneidsegmente
- b.) Aufbau und Inbetriebnahme eines Prüfstandes zur Untersuchung der Schneideigenschaften von Einzel-Schneidsegmenten
- c.) Durchführung von Schneidversuchen
- d.) Erfassung des quantitativen Verschleißes an Schneidsegmenten und Stahlproben, Bestimmung der Verschleißmodi

AP3: Entwicklung, Konstruktion und Fertigung von Schneidgeräten zum Trennen von Stahl und CrNi-Stahl sowie Praxistests

AP4: Abschlusspräsentation und Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1:

- a.) Fertigung und Qualifizierung (Geometrie, Oberflächeneigenschaften) von Reibpartner-Discs (NiRo-Stahl, Trägerplatten f. Beton).
- b.) Abschließende Modifikationen und Inbetriebnahme des Tribometerprüfstandes am IW.
- c.) Funktionsprüfung und Einregelung.
- d.) Durchführung von Reibversuchen mit den von der Fa. Büdiam gelieferten Reibstiften.
- e.) Iterative Anpassung der Reibstiftgeometrien und Beschichtungsstruktur gemäß den ersten ermittelten Ergebnissen.
- d.) Qualifikation verschiedener Messapparaturen am IW zur Quantifizierung und strukturellen Analyse der Verschleißerscheinungen an Reibdisc und Reibstift (REM, opt. Digitalmikroskopie, Streifenprojektionsinterferometrie, Laser-Autofokus-Verfahren).

Die Analyse der Geometrie der Reibstifte hat sich als sehr komplexe Aufgabe erwiesen, da sich im Verlaufe der Untersuchungen die verschiedenen Messmethoden, die am IW zur Verfügung stehen, in gewissem Maße als nur begrenzt einsetzbar herausgestellt haben. Dies sind im Einzelnen:

Laser-Autofokus-Methode:

Mit dem Gerät Typ RM 600 der Firma Rodenstock lassen sich mit einem optischen Verfahren Tastschnitte der Stiftoberfläche erzeugen; allerdings stößt das Gerät bei steilen Flanken sowie hoch reflektiven Kristalloberflächen an Grenzen, was den Einsatz bei nur einem Teil der Reibstifte ermöglicht.

Streifen-Projektions-Methode:

Mit dem Streifenprojektionsgerät der Firma OMECA ließen sich ebenfalls aufgrund der oftmals spiegelnden Kristalloberflächen der Reibstifteinlagen nur bei einem Teil der Stifte befriedigende Ergebnisse erzielen.

REM:

Durch Rasterelektronen-Mikroskopie lassen sich zwar hoch aufgelöste Bilder der Reibstiftoberfläche erzeugen, allerdings ohne die Möglichkeit, in direkter und absoluter Form Geometriewerte zu ermitteln. Zur qualitativen Analyse der Veränderungen am Reibstift ist dieses Verfahren jedoch sehr gut geeignet.

Darüber hinaus wurden noch zwei weitere Verfahren auf Eignung hin untersucht, wobei diese Geräte momentan nicht am IW zur Verfügung stehen; die Weißlichtinterferometrie, sowie die digitale optische Mikroskopie mit Geometriermittlung über Schärfeebenen. Besonders das letztere Verfahren hat sich als für die Zwecke des Forschungsvorhabens besonders geeignet herausgestellt. Momentan wird am Institut eine Anschaffung eines solchen Geräts geprüft.

AP2:

Entwurf und Konstruktion des Prüfstandes für Schneidsegmente:

- a.) Konzeptentwicklung in Kooperation mit Anlagenherstellern
- b.) Einholung von entsprechenden Angeboten und Bewertung
- c.) Aufbau, Wiederinbetriebnahme und Prüfung der im BMBF Projekt „EMOS“ (Förderkennzeichen 02S8102) angeschafften Steuer- und Regelausrüstung.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1:

- a.) Fortsetzung der Reibversuche und weitere iterative Adaptierung der Reibstiftgeometrien bis zur optimalen Formgebung und Herstellungsmethode.
- b.) Weitere eingehende Untersuchungen zur bestmöglichen Abbildung der Reibstift-Oberflächengeometrie durch entsprechende bildgebende Verfahren.
- c.) Anhand der ermittelten vorläufigen Ergebnisse der Reibversuche sowie der Möglichkeiten der Visualisierung der erodierten Oberflächen Erstellung einer fundierten wissenschaftlichen Versuchsplanung.

AP2:

- a.) Fertigstellung der Bewertung der Anlagenkonzepte.
- b.) Konstruktion des Schneidsegmente-Prüfstand.
- c.) Installation der notwendigen Infrastruktur des Prüfstands basierend auf den vorhandenen Geräten aus „EMOS“, s. o.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: BÜDIAM Diamantwerkzeuge R. und N. Büttner GmbH, Industriestr. 5a, 35713 Eschenburg		Förderkennzeichen: 02 S 8447
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2007 bis 30.04.2010	Berichtszeitraum: 01.07.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 300.480,00 EUR	Projektleiter: Dr. Weber	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In der Bundesrepublik Deutschland befinden sich zurzeit 17 Kernkraftwerke im Rückbau. Hierbei konnten umfangreiche Erfahrungen gesammelt werden, so dass aus heutiger Sicht keine grundsätzlichen technischen Schwierigkeiten beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen mehr bestehen.

Die Zerlegung von radiologisch belasteten Großkomponenten bleibt jedoch eine schwierige Aufgabe. Das Forschungsvorhaben setzt an diesem Punkt an: Ziel des Verbundprojektes ist die Entwicklung von flexiblen und kostengünstigen Werkzeugen zum Rückbau von Stahl- bzw. Stahl-Verbund-Komponenten (armierter Schwerbeton, verlorene Schalungen) basierend auf dem Trennschleifprozess.

Hierzu werden zunächst Hartstoffe qualifiziert, die als Alternative zum Diamant, neben Beton, auch gegenüber Stahl eine hohe Schnittleistung und Standzeit aufweisen. Anschließend werden Hartstoffsegmente als Metall-Matrix-Komposite (MMC) entwickelt und gefertigt, wiederum experimentell mit einem zu entwickelnden Prüfstand qualifiziert und schließlich an Wand- und Schwertsägen sowie an eine Seilschleifmaschine adaptiert und praxisnah getestet.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Grundlagenuntersuchungen zum Schneidverhalten von Hartstoffen an Stahl und CrNi-Stahl

- a.) Fertigung der Reibstifte mit Hartstoff-Einlage sowie der Stahl-Probekörper
- b.) Inbetriebnahme und Einregelung des Tribometer-Messstandes
- c.) Durchführung von Erosionsversuchen
- d.) Erfassung des quantitativen Verschleißes an Hartstoff und Probekörper, Bestimmung der Verschleißmodi

AP2: Untersuchungen zum Schneidverhalten von unterschiedlichen Schneidstofflegierungen

- a.) Herstellung der Schneidsegmente
- b.) Aufbau und Inbetriebnahme eines Prüfstandes zur Untersuchung der Schneideigenschaften von Einzel-Schneidsegmenten
- c.) Durchführung von Schneidversuchen
- d.) Erfassung des quantitativen Verschleißes an Schneidsegmenten und Stahlproben, Bestimmung der Verschleißmodi

AP3: Entwicklung, Konstruktion und Fertigung von Schneidgeräten zum Trennen von Stahl und CrNi-Stahl sowie Praxistests

AP4: Abschlusspräsentation und Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Zur Verifikation der Funktion von Schleifstiften sowie zum Einstellen und Justieren der Prüfanlage wurde die Erstproduktion von Schleifstiften auf zwei Grundzustände vereinbart. Hergestellt wurden Schleifstifte mit Oberflächenbelägen aus Diamant und Hartmetall. Verwendet wurde hierfür eine Diamantkörnung der mittleren Größe 427 µm. Für das Hartmetall wurde ein Partikelgröße von 105-160 µm gewählt. Die Grundträgergeometrie betrug D5x30 mm.

Auf herkömmliche und im Produktionsgang bekannte Verfahren konnte nicht zurückgegriffen werden, da ein Fertigungsverfahren, Hartmetall oberflächennah in einer Schicht aufzubringen, nicht bekannt ist. Hierzu wurde zunächst Formen aus Graphit hergestellt, in die die Schleifstifte nebst Hartstoff und metallischem Binder eingelegt wurden. Um eine fertigungsnahe Anpassung der Schleifstiftgeometrie zu gewährleisten, wurden sämtliche Schleifstiftgrundkörper von Büdiam hergestellt.

Dieser Aufbau wurde dann mit Hilfe einer Heißpressanlage unter Temperatur und Druck vorverdichtet. Die sich hier ergebende Schwierigkeit war, dass die fragile Probengeometrie durch Aufbringen des Druckes unter hoher Temperaturbeanspruchung fortwährend zum Bruch der Graphitformen führte. Als Lösung bot sich schlussendlich an, das Heißpressen bei verminderter Temperatur und Druck durchzuführen, um die gewünschte Form mit der Hartstoffauflage zu erhalten. Da bei diesem Procedere die Verbundfestigkeit der Schleifstift - Hartmetallauf-lage nicht gewährleistet war, musste ein anschließender Sinterzyklus im Vakuumsinterofen entwickelt werden, der durch Flüssigphasenbildung der die Hartstoffpartikel umgebenden Bindungsmatrix für eine verbesserte Einbindung sorgen sollte.

Folgende Prototypen wurden zu ersten Versuchen und zur Einjustierung des Prüfstandes an das IW in Hannover geschickt:

- Diamant / Korngröße 40/50 mesh = $\sim 427 \mu\text{m}$ / Mehrkornaufbau
- Wolframschmelzkarbid / 105-160 μm / Mehrkornaufbau

Dort wurde festgestellt, dass die Einbindung der Hartstoffe nach Aufbringen von Anpresskräften im Tribostand von 200 N (Gegenkörper Stahl 1.4301) zu gering ist. Die Partikel brechen aus und verhindern damit die Verschleißmessung.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde das gesamte Schleifstiftsystem komplett überarbeitet. Die Kontaktfläche wurde durch Ausbildung einer Radiusgeometrie am Schleifstiftkopf vermindert und der Trägerdurchmesser auf $D=6 \text{ mm}$ vergrößert. Der Bau der Formen wurde durch Versuche so ausgelegt, dass größere Kräfte bei Heißpressen kompensiert werden können. Zusätzlich wurden die anschließenden Sinterungen optimiert, um die Haltekräfte der Hartstoffe zu vergrößern. Eine anschließende Behandlung in der heißisostatischen Presse kann den Verbund zusätzlich verbessern. Eine Beurteilung der Ergebnisse konnte nur qualitativ, allerdings nicht quantitativ erfolgen, da die entsprechenden Einrichtungen nicht vorhanden sind. Statt dessen wurden die Schleifstifte an eine rotierende Schleifscheibe gedrückt, um die höchsten Haltekräfte und damit die optimale Prozessführung herauszufinden.

Basierend auf diesen Ergebnissen wurden erneut folgende Proben an das IW geschickt:

- Diamant / Korngröße 30/40 mesh = $\sim 602 \mu\text{m}$ / Einkornaufbau
- Diamant / Korngröße 20/30 mesh = $\sim 852 \mu\text{m}$ / Einkornaufbau
- Diamant / Korngröße 40/50 mesh = $\sim 427 \mu\text{m}$ / Mehrkornaufbau
- Wolframschmelzkarbid / 105-160 μm / Mehrkornaufbau

Die optische Auswertungen des IW stellten sich als sehr positiv heraus. Versuchsergebnisse aus den Stift-Scheibe-Versuchen liegen bisher nicht vor.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1: Vereinbart wurde, dass Büdiam im Zeitraum Februar/März 2008 eine Vielzahl von Schleifstiften herstellt, die mit einem breiten Spektrum von Hartstoffen bestückt werden. Verwendet werden die Hartstoffe, die sich aus den bisher durchgeführten Literaturlauswertungen und Expertengesprächen als besonders prädestiniert darstellen.

AP2: Die anschließende Vorgehensweise und die Umsetzung in Schneidsegmente ergibt sich aus den Untersuchungsergebnissen des IW.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Ludwig-Maximilians-Universität München, Geschwister-Scholl-Platz 1, 80539 München		Förderkennzeichen: 02 S 8457
Vorhabensbezeichnung: Untersuchung von epigenetischen Effekten nach Bestrahlung menschlicher Zellen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2010	Berichtszeitraum: 01.10.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 325.105,00 EUR	Projektleiter: Dr. Friedl	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Projektes ist eine detaillierte qualitative und quantitative Analyse von strahleninduzierten lokalen (d. h. im Bereich der geschädigten DNA) und globalen (d. h. zellkernweiten) Veränderungen in Histonmodifikations-Mustern. Dies soll das Verständnis für die Rolle epigenetischer Prozesse bei der Strahlenkanzerogenese erhöhen. Lokale Veränderungen der Histonmodifikationen sollen durch Immunnachweis an γ -H2AX-dekorierten Chromatinbereichen nach Ionen-Mikrobestrahlung untersucht werden. Mittels quantitativer Western-Analyse sollen zudem globale Veränderungen erfasst werden. Durch genetische Methoden und Lokalisierungsexperimente sollen Informationen zu Ursachen und Folgen der beobachteten Veränderungen gewonnen werden. An Modellsystemen mit veränderter Chromatinstruktur soll zudem der Einfluss der Chromatinstruktur auf die zelluläre Reaktionen nach Strahlenschäden analysiert werden. Die Zusammenarbeit von Strahlenbiologen, Zellbiologen und Kernphysikern soll eine interdisziplinäre Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses für die strahlenbiologische Forschung ermöglichen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Analyse von lokalen Histonveränderungen in γ -H2AX-dekorierten Chromatinbereichen
- AP2: Analyse von globalen Histonveränderungen nach Ionen- und γ -Bestrahlung
- AP3: Charakterisierung von Ursachen und Folgen veränderter Histonmodifikationsmuster nach Bestrahlung
- AP4: Einfluss artifizieller Veränderungen der Chromatinstruktur auf die Bildung von reparatur- und Signalfoci

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Mit der Entwicklung von Methoden zur Bestimmung lokaler Veränderungen im Histonmodifikationsmuster wurde begonnen.
- AP2: Mit der Entwicklung von Methoden zur quantitativen Analyse von globalen Änderungen der Histonmodifikationsmuster wurde begonnen.
- AP4: Mit der Charakterisierung von Focibildung nach artifizieller Chromatinkondensation und -dekondensation wurde begonnen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Die Methodenentwicklung soll anhand bereits vorhandener Mikroskopiedaten im nächsten Berichtszeitraum soweit vorangetrieben werden, dass robuste Methoden für die Auswertung der eigentlichen Messdaten zur Verfügung stehen. Parallel wird begonnen, in Strahlzeiten Experimente zur Bestimmung lokaler Veränderungen durchzuführen.
- AP2: Die Methodenentwicklung soll in den nächsten Monaten abgeschlossen werden; dann wird mit der Charakterisierung der globalen Veränderungen begonnen.
- AP3: Es sollen erste Experimente zur Lokalisierung von HP1 und CAF durchgeführt werden.
- AP4: Die Charakterisierung der Focibildung nach artifizieller Kondensation und Dekondensation wird weitergeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Universität Duisburg-Essen, Universitätsklinikum Essen, Hufelandstraße 55, 45147 Essen		Förderkennzeichen: 02 S 8467
Vorhabensbezeichnung: Regulationsmechanismen eukaryotischer DNA Replikation nach Bestrahlung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2010	Berichtszeitraum: 01.10.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 445.852,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Iliakis	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In Zellen von höheren Eukaryoten wird die DNA-Replikation genomweit 1-2 Stunden nach Bestrahlung herunterreguliert durch die Aktivierung eines ATM-abhängigen Checkpoints, wodurch die Replikoninitiation gehemmt wird, um Reparatur zu erleichtern. Unsere Arbeiten liefern Hinweise für eine zusätzliche Regulation über einen Reaktionsweg, der lokal, aber möglicherweise unmittelbar, die Replikoninitiation durch die Aktivierung einer DNA-abhängigen Proteinkinase (DNA-PKcs) hemmt. Weitere Experimente deuten darauf hin, dass diese Kinase an der Erholung von der ATM-vermittelten Hemmung der DNA-Replikation beteiligt ist. Ziel dieses Vorhabens ist zu untersuchen, ob die DNA-PKcs:

- 1.) einen unmittelbaren und direkten Mechanismus für die Hemmung der Replikoninitiation darstellt;
- 2.) ein Schlüsselfaktor in dem Anpassungsprozeß ist, der für die Erholung von der ATM-induzierten Hemmung der DNA-Replikation notwendig ist;
- 3.) seine Funktion durch spezifische Phosphorylierung umschaltet, wenn DSBs registriert werden und von einem Aktivator der DNA-Replikation zu einem wirkungsvollen Inhibitor wird.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP3.1 Aufreinigung von TAG, DNA-PK, DNA-PKcs, RPA und Topo I
- AP3.2 Etablierung eines in vivo und in vitro DNA-Replikations-Initiationstests und Anwendung in verschiedenen Zelllinien
- AP3.3 Überprüfung funktionaler Veränderungen im TAG durch DNA-PK
- AP3.4 ATM-Aktivitätsmessungen nach Bestrahlung in verschiedenen Zelllinien
- AP3.5 Alkalische Saccharose Gradientenzentrifugation für Messungen von Replikationsinitiation
- AP3.6 Effekte von Koffein, Wortmannin und KU55933 auf strahleninduzierte Replikationssinhibierung
- AP3.7 Präinitiationstestverfahren und die Rolle von DNA-PK an der Replikationsgabel zu testen
- AP3.8 Modulation der DNA-PK-Aktivität durch Phosphorylierung und Charakterisierung der DNA-PK Autophosphorylierung AP3.9.
- AP3.10 Kooperation von Ku und DNA-PKcs in DNA-PKcs Autophosphorylierung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

In den ersten drei Monaten des Projektes wurden folgende Aspekte des Projektes in Gang gesetzt:

- Das in-vivo Replikationstestverfahren wurde optimiert.
- Antikörper, die für die Aufreinigung von TAG notwendig sind wurden in großen Mengen hergestellt.
- Das in-vitro Replikationstestverfahren wurde vorbereitet.
- Extrakpräparation für in-vitro DNA-Replikation wurde etabliert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Für das nächste Jahr ist geplant, sich auf die Experimente des zweiten Zieles zu konzentrieren und die Voraussetzungen für das optimale Durchführen der Experimente des ersten Zieles zu schaffen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Universität Karlsruhe (TH), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8477
Vorhabensbezeichnung: Regulation der Nicht-homologen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikationen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2010	Berichtszeitraum: 01.10.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 799.901,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Puchta	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Gesamtziel:

- Analyse von Signalwegen welche die Doppelstrangbruchreparatur beeinflussen.
- Ermittlung der Bedeutung von Signaltransduktionsvorgängen für die Doppelstrangbruchreparatur

Bezug zu förderpolitischen Zielen:

- Das Vorhaben dient dem Kompetenzerhalt und der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Wissenschaftl. und/oder technische Ziele:

- Analyse von Reparaturfaktoren auf post-translationelle Modifikationen
- Analyse der Auswirkungen der post-translationellen Veränderungen auf die Assoziation mit anderen Reparaturfaktoren
- Analyse der Auswirkungen der post-translationellen Veränderungen auf die Doppelstrangbruchreparatur

Bezug zu anderen Arbeiten:

- Untersuchungen zur zellulären Strahlenreaktion bilden einen Forschungsschwerpunkt in der Arbeitsgruppe Blattner am Institut für Genetik. In den nächsten Jahren soll dabei besonders die Doppelstrangbruchreparatur untersucht werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Analyse von NHEJ Proteinen auf strahlenbedingte Veränderungen der Phosphorylierung

AP2: Kartierung der Phosphorylierungsstellen

AP3: Bestimmung der phosphorylierenden Kinasen

AP4: Auswirkungen der Phosphorylierung auf Protein-Protein Wechselwirkungen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Wir haben uns zunächst mit der Rolle einer Proteinisomerase (Pin1), welche ausschließlich an phosphorylierte Bereiche von Proteinen bindet und dort zu Konformationsänderungen führt, beschäftigt. Hierbei konnten wir zeigen, dass diese Proteinisomerase für die initialen Schritte der Doppelstrangbruchreparatur notwendig ist. Die Entfernung dieser Isomerase verhindert die Bildung von Reparaturfozi nach Bestrahlung und verschlechtert das Überleben bestrahlter Zellen. Eine mögliche Ursache für diese Endpunkte ist, dass das ATM Protein in Abwesenheit von Pin1 nicht an Serin 1981 phosphoryliert wird.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Wir werden die bisherigen Daten, zur Veröffentlichung vorbereiten.
- Wir werden untersuchen, ob ATM direkt mit Pin1 assoziiert. Daneben werden wir untersuchen, ob weitere Reparaturfaktoren, die an der nicht-homologen Endverknüpfung beteiligt sind, mit Pin1 assoziieren. Dazu werden wir die Reparaturfaktoren klonieren.
- Wir werden untersuchen, ob die Reparaturfaktoren der nicht-homologen Endverknüpfung durch rekombinante DNA-PK phosphoryliert werden können.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8487
Vorhabensbezeichnung: Konstruktion, Herstellung, Beschichtung, Prüfung und Handhabung langzeitstabiler Gebinde zur sicheren Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2010	Berichtszeitraum: 01.10.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 773.416,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Qualifizierung einer Prozesskette für die Herstellung von Gebinden zur Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen, die eine langfristige Integrität der Behälter insbesondere hinsichtlich Werkstoffauswahl, konstruktiver Auslegung, Fertigung und Korrosionsschutz gewährleistet und somit eine sichere Handhabung, einen sicheren Transport sowie eine sichere Lagerung der Gebinde ermöglicht. Die zu den einzelnen Aspekten erzielten Vorhabensergebnisse sollen im letzten Vorhabensabschnitt zur Herstellung eines Demonstrators in Form eines 200 L-Muster-Behälters führen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte sind:

AP1: Evaluation der Prozesskette am Beispiel 200-L-Gebinde

AP2: Konstruktion eines 200-L-Abfallbehälters

AP3: Versuche zur Fügetechnik

AP4: Entwicklung und Applikation von Korrosionsschutzschichten

AP5: Korrosions- und Klimaprüfungen

AP6: Metallografische Analytik

AP7: Herstellung eines 200-L-Musterbehälters

AP8: Berichterstellung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Am Beispiel der Produktion von 200-L-Gebinden für die Entsorgung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen wurde mit der Bestandsaufnahme der im industriellen Behälterbau verwendeten Werkstoffe (Bleche, Schrauben, Schweißzusatzwerkstoffe etc.) begonnen. Diese Bestandsaufnahme erfasst zudem die Dokumentation und Beschreibung der zum Einsatz kommenden Umform- und Fügeverfahren sowie Oberflächenbehandlungen der Substratwerkstoffe (z. B. durch Bürsten, Sandstrahlen, Entfetten).

Neben dem eigentlichen Behälterbau ist die Applikation des Korrosionsschutzes ein zweiter relevanter Aspekt für eine korrosionsschutzgerechte Planung und Fertigung. Hierzu wurde eine Auflistung der für einen Einsatz im Behälterbau für schwach- und mittelradioaktive Abfälle verwendeten bzw. generell in Frage kommenden Korrosionsschutzsysteme erstellt. Diese Auflistung berücksichtigt auch die verwendeten bzw. potenziell verwendbaren Applikationsverfahren sowie die erforderliche Vorbehandlung der Substratoberfläche.

Ergänzend hierzu wurden erste Recherchen zu aktuell geltenden und praxisrelevanten Informationen und Vorschriften wie Normen oder Technische Anweisungen, die die Handhabung von Werkstoffe und Korrosionsschutzsystemen betreffen, durchgeführt.

Unter Verwendung der bereits vorliegenden Informationen zu Werkstoffauswahl und Korrosionsschutz wurden erste konstruktive Lösungsvorschläge unter Berücksichtigung einer korrosionsschutzgerechten Fügetechnik erarbeitet. Von besonderer Bedeutung ist dabei die konstruktive Auslegung der Verbindung von Mantel- und Bodenblech, da hier neben den Anforderungen einer korrosionsschutzgerechten Gestaltung auch die Anforderungen der mechanischen Festigkeit erfüllt werden müssen. Hinzu kommt eine eventuelle thermische Belastung der Materialien durch die in der Praxis häufig durchgeführte Infasstrocknung, bei der die Feuchtigkeit der im Gebinde vorliegenden Abfälle durch Heizen und/oder Vakuumtrocknung auf ein Minimum reduziert wird.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Bestandsaufnahme zu verwendeten Behälterwerkstoffen, Umform- und Fügeverfahren sowie zu Korrosionsschutzsystemen und deren Applikation wird fortgesetzt. Dies betrifft auch die Recherche sowie eine Listenerstellung zu aktuell geltenden und praxisrelevanten Informationen und Vorschriften wie Normen oder Technischen Anweisungen.

Neben der Weiterentwicklung des korrosionsschutzgerechten Behälterdesigns werden erste Versuche zum stoffschlüssigen Fügen von Fasskomponenten durch neu entwickelte Schweißverfahren wie dem Plasmaverbindungsschweißen, dem energiearmen ColdArc®-Prozess oder dem Hochleistungsprozess ForceArc® unter Verwendung verschiedener Blechproben durchgeführt. Darüber hinaus erfolgen an solchen Blechproben Beschichtungsversuche mit geeigneten Korrosionsschutzsystemen.

An den (gefügt und/oder beschichteten) Referenzproben werden Untersuchungen zum Korrosionsverhalten durchgeführt sowie mechanische Kennwerte ermittelt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Gesellschaft für Schwerionenforschung mit beschränkter Haftung, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt		Förderkennzeichen: 02 S 8497
Vorhabensbezeichnung: Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i>		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2010	Berichtszeitraum: 01.10.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 972.499,00 EUR	Projektleiter: Dr. Ritter	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die derzeitige Abschätzung des Gesundheitsrisikos dicht ionisierender Strahlung ist mit großen Unsicherheiten behaftet - vor allem in Bezug auf Kanzerogenese und genetische Mutationen. Dies beruht unter anderem darauf, dass es auf molekularer Ebene weder eine genaue mechanistische noch eine theoretische Modellierung dieser Effekte gibt. Ziel unseres Forschungsvorhabens ist es, zu einer realistischen Bewertung des genetischen Risikos dicht ionisierender Strahlung beizutragen. In vorangegangenen vom BMBF geförderten Arbeiten (Förderkennzeichen 02S8203) haben wir umfangreiche *in vitro* und *in vivo* Untersuchungen zur relativen biologischen Wirksamkeit (RBW) von Teilchenstrahlen für die Erzeugung von Chromosomenschäden in primären menschlichen Zellen durchgeführt. Der Schwerpunkt der Analysen lag hierbei auf der Quantifizierung instabiler Chromosomenaberrationen. Im Rahmen des neuen Forschungsvorhabens sollen die Datensätze komplettiert werden und neue grundlegende Fragenstellungen zur genetischen Wirkung dicht ionisierender Strahlen bearbeitet werden. Insbesondere soll durch den Einsatz der Vielfarben Fluoreszenz-In-situ-Hybridisierung (m-FISH) und der Vielfarben Bänderung (m-Band) die Anzahl stabiler Aberrationen bestimmt werden, die einen Hinweis auf die zu erwartenden Spätschäden gibt. Weiterhin können durch diese hoch auflösenden Färbetechniken qualitative Veränderungen im Aberrationsspektrum mit großer Effektivität sichtbar gemacht werden. Die geplanten Experimente tragen daher auch zur Klärung der Frage bei, in wie weit bestimmte Aberrationstypen als Biomarker einer Exposition mit dicht ionisierender Strahlung geeignet sind. Darüber hinaus soll in der neu initiierten Zusammenarbeit mit Prof. Boukamp (Heidelberg) und Prof. Dencher (Darmstadt) geklärt werden, welche Bedeutung die Telomere bzw. die intrazelluläre Radikalbildung für die genetische Stabilität von Zellen haben.

Ein weiterer Schwerpunkt des Forschungsvorhabens ist die Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses in der Strahlenforschung, um zum Kompetenzerhalt beizutragen. Hierzu werden im Rahmen des Projektes Vorlesungen, Fortbildungsveranstaltungen sowie Praktika für Studierende der Fachrichtungen Physik, Medizin, Biologie und Biotechnologie in Darmstadt, Heidelberg und Göttingen durchgeführt und in diesen Veranstaltungen um potenziellen wissenschaftlichen Nachwuchs geworben. Weiterhin erhalten Diplomanden, Doktoranden und Postdocs eine intensive wissenschaftliche Aus- bzw. Weiterbildung in der Strahlenforschung mit den Schwerpunkten Zytogenetik und Molekularbiologie.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Systematische Studie zur RBW von Teilchenstrahlen für die Erzeugung genetischer Schäden in humanen Lymphozyten (GSI, Darmstadt).
- AP2: Analyse der genetischen Stabilität/Instabilität von normalen menschlichen Fibroblasten nach Bestrahlung mit Röntgenstrahlen und Ionenstrahlen (GSI, Darmstadt).
- AP3: Untersuchungen zur Rolle reaktiver Spezies und der endogenen antioxidativen Kapazität bei der Entstehung genetischer Instabilität in den Nachkommen von bestrahlten menschlichen Fibroblasten (Technische Universität Darmstadt; GSI, Darmstadt).
- AP4: Untersuchung zur Rolle der Telomere für die Entstehung genetischer Instabilität in den Nachkommen von bestrahlten normalen menschlichen Zellen (DKFZ, Heidelberg; GSI, Darmstadt).
- AP5: Analyse von strahleninduzierten Chromosomenschäden in Lymphozyten von Prostatakarzinompatienten sowie in Prostatakarzinomzelllinien (Universität Göttingen; GSI, Darmstadt).

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1 und AP2:

Erste Bestrahlungsexperimente mit Röntgenstrahlen, hochenergetischen Kohlenstoffionen (270 MeV/n) sowie mit dem Mikrostrahl wurden vorbereitet.

AP3:

In ersten Experimenten wurden Methoden zur Untersuchung des Einflusses von Radikalen auf die strahleninduzierte Langzeit-Entwicklung von Fibroblasten etabliert. Reaktive Sauerstoffspezies akkumulieren im Verlauf der natürlichen Zellalterung. Außerdem kommt es zu Veränderungen von Membranproteinen, insbesondere der Mitochondrienmembran. Entsprechend wurden zunächst mitochondriale Proteine in einem mehrstufigen Verfahren isoliert, nach weiteren Aufarbeitungsschritten in einer 2-dimensionalen Gelelektrophorese getrennt und anschließend mit MALDI Massenspektrometrie analysiert.

AP4:

Die Telomerlänge von Fibroblasten wurde in einem ersten Experiment in Interphasezellen mit der neu etablierten Einzelkernauswertungsmethode bestimmt, die auf Erfassung der Telomere durch Dekonvolutionsmikroskopie und anschließender 3D-Rekonstruktion und -Auswertung beruht.

AP5:

Die Analyse von Chromosomenschäden in Lymphozyten von Prostatakarzinompatienten, die mit einer kombinierten Therapie aus Kohlenstoffionen-Boost und anschließender IMRT-Röntgentherapie behandelt werden, sowie von Patienten, die ausschließlich eine IMRT-Röntgentherapie erhalten, wurde fortgesetzt. Insgesamt konnten bisher 12 Patienten in die Studie aufgenommen werden.

Weiterhin wurden erste Röntgenexperimente mit einer Prostatakarzinom-Zelllinie (PC-3) durchgeführt und der Einfluss einer Vorbehandlung mit Natrium-Selenit auf die Apoptoserate anhand von morphologischen Veränderungen bzw. unter Verwendung des Caspase-3 Assays bestimmt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1: Bestrahlungsexperimente werden durchgeführt und ausgewertet. Den Schwerpunkt der Analysen bildet dabei die Quantifizierung von stabilen Chromosomenschäden sowie von komplexen Aberrationen in Lymphozyten in der ersten Metaphase nach Bestrahlung. Für die Detektion der Schäden wird die hoch auflösende m-FISH Technik eingesetzt.

AP2: Strahlenschäden werden in menschlichen Fibroblasten untersucht, die am Mikrostrahl der GSI mit einer definierten Anzahl von Teilchendurchgängen je Zellkern exponiert wurden. Zunächst sollen das Zellüberleben sowie die Apoptoserate bestimmt werden.

AP3: Färbemethoden auf Fluoreszenzbasis zur Bestimmung des intrazellulären Gehalts an reaktiven Sauerstoffspezies werden getestet.

AP4: Die Methode zur Untersuchung von Telomerlängen soll an die besonderen Erfordernisse von Bestrahlungsexperimenten angepasst werden. Ein erstes Röntgenexperiment wird durchgeführt.

AP5: Die Analyse von Chromosomenschäden in Lymphozyten von Prostatakarzinompatienten wird fortgesetzt, d. h. instabile Aberrationen werden mit der Fluoreszenz-plus-Giemsa Technik detektiert, stabile sowie komplexe Aberrationen werden mit der FISH-Technik quantifiziert. Weitere Patienten werden für die Studie rekrutiert.

Die Untersuchungen zur Strahlensensibilisierung von Prostatakarzinomzellen mit Natrium-Selenit sollen auf weitere Zelllinien ausgedehnt werden (DU-145 und LNCaP). Außerdem sind erste Experimente mit der Zelllinie BPH-1 geplant, die aus einer benignen Prostatahyperplasie etabliert wurde. Die Bestrahlungen werden zunächst mit Röntgenstrahlen durchgeführt. Ein erstes Experiment mit niederenergetischen Kohlenstoffionen wird vorbereitet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Scognamiglio, R., Frequency of micronuclei and chromosome loss in lymphocytes of two female healthy donors of different age. GSI Summer Student Program, p142-146 (2007).

Zuwendungsempfänger: TU München, Arcisstraße 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 02 S 8507
Vorhabensbezeichnung: Verfahren zur selektiven Tritium-Extraktion aus wässrigen Abfalllösungen und langzeitstabilen Bindung auf einem Träger		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2010	Berichtszeitraum: 01.10.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 583.747,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Türler	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das radioaktive Wasserstoffisotop Tritium, kann bisher nicht selektiv aus Wasser extrahiert werden. Dadurch entsteht bei tritiumhaltigen Prozesslösungen, die beim Rückbau kerntechnischer Anlagen in großen Mengen anfallen, ein akutes Großvolumen-Überwachungsproblem. Ein spontan erfolgender Tritium-Übergang in die Atmosphäre, durch den stattfindenden Isotopenaustausch zwischen Wassermolekülen in flüssigem und gasförmigem Zustand, verkompliziert die Handhabung der meist hochaktiven Prozesslösungen zusätzlich. Bei Untersuchungen zur elektrolytischen Akkumulation von Tritium in wässrigen Lösungen, unter dem BMBF Förderkennzeichen 02S8142, wurden wiederholt hohe Tritium-Separationsfaktoren von bis zu 20 gemessen. Im Rahmen dieses Vorhabens des Instituts und Lehrstuhls für Radiochemie, TU München, sollen weitere Untersuchungen über die beobachtbaren Anreicherungsphänomene durchgeführt werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte (AS) sind:

- AP1: Etablieren eines Referenzsystems als absoluten Bezugspunkt der Separationsfaktoren (Elektrolyse).
- AP2: Präzisierung der Separationsfaktoren unterschiedlicher Metalle in Bezug auf das Referenzsystem.
- AP3: Optimierung der Prozessbedingungen für die bestgeeigneten Elektrodenmaterialien (Elektrolyse).
- AP4+5: Bestimmung des Rückhaltevermögens und der Verteilungsfaktoren anorganischer und organischer H-Rezeptoren.
- AP6: Zusammenführung der Projektzweige zur „aktiven“ und „passiven“ Tritium-Anreicherung.
- AP7: Optimierung des Verfahrens unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten.
- AP8: Abschlussbericht und Dokumentation.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Ein erster Schritt zur Etablierung eines Referenzsystems für die elektrolytische Anreicherung von Tritium unter Verwendung von Platinelektroden wurde unternommen. Dabei stellte sich heraus, dass sich auch unter diesen Bedingungen Ablagerungen auf den Kathodenoberflächen bilden. Bereits vorangegangene REM-EDX Untersuchungen dieser Elektrodenbeläge ließen in Bezug auf die Bestandteile der jeweils verwendeten Anodenmaterialien eine Anreicherung an Kupfer und Zink vermuten. Wie weitere REM-EDX Untersuchungen zeigten, bestehen die Kathodenbelagspartikel eines reinen Platinsystems ausschließlich aus diesen beiden Übergangsmetallen. Ursächlich für diese Ablagerungen scheinen in die Apparatur integrierte, metallische Bauteile zu sein. Die in den durchgeführten Experimenten unter Verwendung verschiedener Elektrodenmaterialien ermittelten Tritium-Separationsfaktoren, liegen je nach Elektrodenmaterialkombination zwischen 31 und 5. Es konnte eine kontinuierliche Abnahme des Wasserstoffisotopen-Trennfaktors von Eisen, Nickel, Molybdän über Kupfer und Zink bis hin zu Platin und Edelstahl, reproduzierbar festgestellt werden. Zudem konnte der Einfluss des verwendeten Anodenmaterials auf die Wasserstoffisotopen-Trennleistung des Kathodenmaterials herausgearbeitet werden. Neben der Anreicherung im Batch-Modus wurde auch im Hinblick auf eine industrielle Verwertbarkeit der entwickelten Isotopentrennmethode eine Vorgehensweise im Continuous-Feed Modus verfolgt. Erste Experimente wurden erfolgreich abgeschlossen und die im Batch-Modus erhaltenen Tritium-Separationsfaktoren konnten reproduziert werden. Durch die erfolgte Bestimmung des Energieverbrauchs pro Kilogramm Elektrolytlösung, dem Energiewirkungsgrad der Anlage und dem Temperatur- und Stromstärkeabhängigen Elektrolytaustrag ist es möglich, eine sowohl qualitative als auch quantitative Unterscheidung zwischen isotopieeffektfreien und isotopieeffektbehafteten Elektrolytverlusten während des Aufarbeitungsprozesses zu treffen. Dies erlaubt neben der Bestimmung des anlagenspezifischen- auch die Ermittlung des elektrodenmaterial-spezifischen Tritium-Separationsfaktors. Zusätzlich können bereits vor Beginn eines jeden Experiments exakte Aussagen über die zu erwartenden Tritiumemissionen der unterschiedlichen Emissionspfade getätigt werden. Parallel dazu, gelang es im Verlauf der Kryosublimationsexperimente unter Verwendung organischer Trägermoleküle, Tritium-Anreicherungs-faktoren von bis zu 12 wiederholt darzustellen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Um das Platinreferenzsystem als Basis einer elektrolytischen Tritium-Anreicherung etablieren zu können, ist es notwendig die sich bildenden Ablagerungen auf den Kathodenoberflächen zu vermeiden. Hierzu müssen die metallischen Anlagenkomponenten gegen Kunststoffbauteile ausgetauscht werden. Im Zuge dieses grundlegenden Umbaus der Elektrolyseanlage soll gleichzeitig eine Optimierung des Systems in Hinblick auf eine Prozessführung im Continuous-Feed Modus stattfinden. Um eine breitere Basis zur theoretischen Interpretation der bei der elektrolytischen Aufarbeitung auftretenden Isotopiephänomene zu schaffen, sollen weitere Übergangsmetalle auf ihren Tritium-Separationsfaktor hin untersucht werden.

Im Bereich der Kryosublimation ist geplant durch weitere Experimente mit vorrangig organischen Trägermaterialien bekannter Anzahl an austauschbaren Wasserstoffatomen ein Modell zur Ermittlung substanzabhängiger Tritium-Separationsfaktoren zu entwickeln. Ausgangspunkt stellen dabei einfache Zuckermoleküle wie Maltose und Glucose dar.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine

Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 8517
Vorhabensbezeichnung: Uraufnahme		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2010	Berichtszeitraum: 01.10.2007 bis 31.12.2007	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 253.992,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Kothe	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben dient der Identifizierung von Transportproteinen zur Uraufnahme in lebende Zellen. Dabei werden einerseits Bakterien untersucht, die eine hohe Mutationsrate und metabolische Diversität besitzen und für die Uraufnahme in die Zelle nachgewiesen ist. Isolierte Gene könnte für die Erzeugung gentechnisch veränderter Pflanzen zur Phytoextraktion genutzt werden. Andererseits werden Pilze mit bekannt hoher Akkumulation von Radioisotopen untersucht. Die Identifizierung von Transportern in diesem System könnte dazu dienen, die entsprechenden Homologen in Pflanzen zu suchen, so dass die Verwendung natürlicher, nicht gentechnisch veränderter Pflanzen zur Phytoextraktion möglich wäre, da Pilze als eukaryontische System verwandte Mechanismen besitzen können.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Arbeiten werden in Teilzielen verfolgt:

- AP1: Identifizierung der Bindungs- und Ablagerungsorte für Uran in Bakterien inklusive der Analyse der vorliegenden Uranverbindungen auf molekularer Ebene.
- AP2: Identifizierung der Bindungs- und Ablagerungsorte für Uran in Pilzen inklusive der Analyse der vorliegenden Uranverbindungen auf molekularer Ebene.
- AP3: Identifizierung des Urantransportsystems in Bakterien und Pilzen sowie Charakterisierung der transport- und bindungsrelevanten Proteine.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die bisherigen Arbeiten im dreimonatigen Berichtszeitraum nach Genehmigung des Vorhabens dienten der Etablierung der Systeme, die hier verwendet werden sollen. Dazu wurden (und werden) *Streptomyces*, *Arthrobacter* und *Schizophyllum* in großen Mengen angezogen, um genügend Material für die folgenden Untersuchungen zu haben. Erste Experimente zur Uranbindung wurden durchgeführt. Dabei konnten bei *Arthrobacter* extrazelluläre und intrazelluläre Bindung, bei *Streptomyces* vorrangig extrazelluläre Bindung gezeigt werden. Gleichzeitig wurde für *Schizophyllum* die Resistenz gegenüber verschiedenen Schwermetallen getestet, um hier eine Basis für Aufnahmeexperimente zu haben. Gleichzeitig wurde untersucht, ob diese Resistenz durch die bessere Phosphor-Versorgung gesteigert werden kann. Dies war wahrscheinlich, da in Pilzen – wie in Pflanzen – die Speicherung von Schwermetallen und toxischen Verbindungen häufig in der Vakuole erfolgt und als Phosphate gelagert werden. Wie sich zeigte, kann durch verbesserte Phosphatversorgung die Resistenz gegenüber Schwermetallen tatsächlich erhöht werden, ohne dass weitere Parameter gleichzeitig verändert wurden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Meilensteine 1 und 2 sollen im 2. Halbjahr 2008 erreicht werden:

1. Lokalisierung und Bestimmung der bindungsrelevanten Zellkomponenten auf chemischer Ebene in Bakterien
2. Lokalisierung und Bestimmung der bindungsrelevanten Zellkomponenten auf chemischer Ebene in Pilzen

Die Meilensteine 3 bis 5 werden im Juni 2009, Dezember 2009 und September 2010 angestrebt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

In den drei Monaten sind noch keine Publikationen zum Thema erfolgt. Die bisherigen Ergebnisse sind aber Teil von wissenschaftlichen Vorträgen auf Kongressen und Tagungen gewesen oder für solche Tagungen als Beitrag angemeldet.

Veröffentlichungen der Arbeitsgruppe mit dem Thema der Schwermetallresistenz oder zum Modellorganismus *Schizophyllum commune* sind im Berichtszeitraum vorhanden:

Kothe E, Dimkpa C, Gherghel F, Haferburg G, Krause K, Schmidt A, Schindler F, Zellmer A, Kießig G, Merten D, Büchel G, Zeggel L. 2007. Microbial adaptation and its use for bioremediation. Proceedings of the WISMUT remediation, Gera, Germany.

Haferburg G, Merten D, Büchel G, Kothe E, 2007. Biosorption capacity of metal tolerant microbial isolates from a former uranium mining area and their impact on changes in rare earth element patterns in acid mine drainage. J Basic Microbiol. 47, 474-484.

Haferburg G, Kothe E. 2007. Microbes and metals: interactions in the environment. JBM 47, 453-367.

Schmidt A, Haferburg G, Schmidt A, Merten D, Ghergel F, Büchel G, Kothe E, 2008. Heavy metal resistance *Streptomyces* strains from a former uranium mining area. Chemie der Erde, in press.




Albarracín VH, Winik B, Kothe E, Amoroso MJ, Abate CM, 2008. Evidences of copper bioaccumulation by *Amycolatopsis sp.* AB0, a copper resistant strain. Eingereicht.

Sineriz ML, Kothe E, Abate CM. Cadmium biosorption by *Streptomyces sp.* F4 isolated from former uranium mine. Eingereicht.




2.3 Ausführende Forschungsstellen

- | | |
|--|---|
| BÜDIAM Diamantwerkzeuge R. und N. Büttner GmbH, Industriestr. 5a, 35713 Eschenburg | |
| 02 S 8447 | Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen 📖 88 |
| Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin | |
| 02 S 8021 | Entwicklung von Beurteilungsmethoden für Transport- und Lagerbehälter mit erhöhten metallischen Reststoffanteilen -Weiterführende Untersuchungen (EBER III)- 📖 42 |
| 02 S 8274 | Fallversuche mit Brennelement-/HAW-Transport- und Lagerbehältern in Originalgröße 📖 54 |
| Eberhard-Karls-Universität Tübingen, Wilhelmstr. 7, 72074 Tübingen | |
| 02 S 8416 | Das Phänomen der Hyperradiosensitivität und deren Modulation durch den Radioprotektor Phosphotyrosin - <i>Strahlenforschung</i> 📖 82 |
| Evonik encotec GmbH, Rüttenscheider Str. 1-3, 45128 Essen | |
| 02 S 8172 | Entwicklung eines Konditionierungsverfahrens für Kernbrennstoffe aus dem Siemens-Unterrichts-Reaktor (SUR) 📖 46 |
| Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Str., 52428 Jülich | |
| 02 S 8315 | Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen 📖 60 |
| Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena | |
| 02 S 8294 | Kontrolle biologischer Untersuchungen bei der Dekontamination heterogener, schwach radioaktiv kontaminierter Geosubstrate für die Strahlenschutzvorsorge 📖 56 |
| 02 S 8396 | Untersuchungen zur Strahlenschutz-Vorsorge für radionuklidbelastetes Substrat: Mikrobieller Beitrag zur Bioakkumulation aus Bauschutt 📖 78 |
| 02 S 8517 | Uranaufnahme 📖 102 |
| Gesellschaft für Schwerionenforschung mit beschränkter Haftung, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt | |
| 02 S 8203 | Genetische Wirkung dicht ionisierender Strahlen - <i>Strahlenforschung</i> 📖 |
| 02 S 8355 | Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen - <i>Strahlenforschung</i> 📖 68 |
| 02 S 8497 | Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen - <i>Strahlenforschung</i> 📖 98 |
| Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover | |
| 02 S 8386 | Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten -SHARK- 📖 76 |



- 02 S 8437 Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen 86
- 02 S 8487 Konstruktion, Herstellung, Beschichtung, Prüfung und Handhabung langzeitstabiler Gebinde zur sicheren Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen 96
- Ludwig-Maximilians-Universität München, Geschwister-Scholl-Platz 1, 80539 München**
- 02 S 8264 Anpassung einer Ionen-Mikrostrahleinrichtung für Untersuchungen zur Dynamik von geschädigten DNA-Regionen und zur Rekrutierung von Reparaturfaktoren - *Strahlenforschung* 52
- 02 S 8345 Aufbau eines Systems isogener stabil diploider humaner Zelllinien mit gezielt durch RNA-Interferenz ausgeschalteten Genen zur Analyse des Zusammenhanges von DNA-Reparaturdefizienz, genomischer und chromosomaler Instabilität - *Strahlenforschung* 66
- 02 S 8457 Untersuchung von epigenetischen Effekten nach Bestrahlung menschlicher Zellen - *Strahlenforschung* 90
- SGE Spezialgeräteentwicklung GmbH, Lohmener Str. 11, 01796 Pirna**
- 02 S 8406 Weiterentwicklung der Technologie Plasmaschneiden für nichtmetallische Materialien für den praktischen Einsatz beim Rückbau und der Zerlegung von Kernkraftwerksanlagen und Reaktoren sowie für den Katastrophenschutz 17
- Siempelkamp Giesserei GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld**
- 02 S 8011 Forschungsvorhaben zur Optimierung der Reststoffverwertung von Metallen -Weiterführende Untersuchungen (FORM III)- 40
- Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld**
- 02 S 8366 Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten -SHARK- 72
- Technische Universität Darmstadt, Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt**
- 02 S 8335 Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung - *Strahlenforschung* 64
- Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden**
- 02 S 8356 Dekontamination silikatischer Oberflächen mittels Laserablation bei gleichzeitiger Abproduktkonditionierung 70
- Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München**
- 02 S 7951 Entsorgung von Beryllium / Berylliumoxid und Cadmium aus Forschungsreaktoren 38
- 02 S 8142 Selektive Tritium-Extraktion aus Wasser und Bindung auf einen Träger 44

- 02 S 8325** Verbesserung von Richtigkeit und Genauigkeit bei der Bestimmung des Nuklidinventars für die Deklaration und Freimessung von Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Einrichtungen  62
- 02 S 8376** Bestimmung von Endlager-relevanten, langlebigen Radionukliden mittels radiometrischer und spezieller massenspektrometrischer Verfahren  74
- 02 S 8507** Verfahren zur selektiven Tritium-Extraktion aus wässrigen Abfalllösungen und langzeitstabilen Bindung auf einem Träger  100


Universität Karlsruhe (TH), 76131 Karlsruhe
--

- 02 S 8223** Inaktivierung von Mdm2 nach ionisierender Strahlung – Aufklärung der Signaltransduktionskette - *Strahlenforschung*  48
- 02 S 8305** Abbruch massiver Betonbauwerke der Energietechnik  58
- 02 S 8477** Regulation der Nicht-homogenen Endverknüpfung durch post-translationalen Modifikation - *Strahlenforschung*  94

Universität Duisburg-Essen, Universitätsklinikum Essen, Hufelandstraße 55, 45147 Essen

- 02 S 8254** Checkpoint Manipulation als Strategie für den Strahlenschutz und für die Strahlensensibilisierung von Säugetierzellen - *Strahlenforschung*  50
- 02 S 8467** Regulationsmechanismen eukaryotischer DNA Replikation nach Bestrahlung - *Strahlenforschung*  92

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf, Martinistr. 52, 20251 Hamburg
--

- 02 S 8427** Genomische Instabilität durch Doppelstrangbrüche: Bedeutung des Single-strand annealing - *Strahlenforschung*  84