

KIT
Universität des Landes Baden-Württemberg
und
nationales Forschungszentrum
in der Helmholtz-Gemeinschaft

PTE-S Nr. 20

BMBF-Stillegungsprojekte und
BMBF geförderte FuE zu
„Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

Berichtszeitraum: 1. Januar - 30. Juni 2010

Projektträger Karlsruhe
Wassertechnologie und Entsorgung
(PTKA-WTE)

August 2010

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.

Der Projektträger Karlsruhe Wassertechnologie und Entsorgung (PTKA-WTE) informiert mit Fortschrittsberichten über den aktuellen Stand der von ihm administrativ und fachlich betreuten FuE.

Die Fortschrittsberichtsreihen behandeln folgende Themenschwerpunkte:

- Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen
(PTE Nr. x seit 1991, fortlaufend)
- Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen
(PTE-S Nr. x seit 2001, fortlaufend)
- Nukleare Sicherheitsforschung
(PTE-N Nr. x seit 2010, fortlaufend)

Die Fortschrittsberichtsreihen sind online verfügbar

http://www.fzk.de/fzk/idcplg?IdcService=FZK&node=1152&document=ID_067865

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

Vorwort

Das KIT 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

- das Projekt AVR am Standort Jülich
- die Projekte des HDB, KNK, MZFR und WAK am Standort Karlsruhe
- die Restabwicklung des THTR 300
- 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.

Die Verantwortung für die Schließung der Schachttanlage Asse ist am 01.01.2009 an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit übergegangen, daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 16 erfolgte Darstellung.

Das Stilllegungsprojekt des Forschungsreaktors MERLIN ist seit dem 31.12.2009 abgeschlossen, daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 19 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 AVR.....	1
1.2 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe	5
HDB	6
KNK	8
MZFR.....	10
WAK	12
1.3 THTR 300	15
1.4 Projekt MAREN bei GKSS	19
2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“	23
2.1 Fördervorhaben	23
2.2 Formalisierte Zwischenberichte	27
2.3 Ausführende Forschungsstellen	95

1 Stilllegungsprojekte des BMBF

1.2 AVR

Zuwendungsempfänger: Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich	
Vorhabensbezeichnung: Vollständiger Abbau der AVR-Anlage	
Laufzeit des Vorhabens: 1987 bis 2015	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010
Gesamtkosten des Vorhabens: 443,7 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 Berichtszeitraum begann mit der Entfernung der Betonplatten der +38 m Bühne der erste Schritt zum Abriss der Schutzbehälterbühnen. Auf der +11-m-Bühne ist die Demontage der *Abschirmtore der Gebläse, der Haupt-/Bypassklappen und der Abschaltstabantriebe* nahezu abgeschlossen. Die Freistemmarbeiten am *Verweniger* sind fertig gestellt, die Abbauarbeiten an der *Gasvorreinigung* werden fortgesetzt. Parallel zu den Arbeiten wird die Schüttung des Ringkanals diskontinuierlich abgesaugt und entsorgt. Im Bereich der E- und MSR-Technik wurden im Berichtszeitraum die Demontearbeiten auf der +21 m Bühne abgeschlossen.

Die Witterungsbedingungen zu Jahresbeginn verschieben den Abschluss der Bauarbeiten zur Errichtung des *Reaktorbehälter-Zwischenlagers*. Die Verschiebung ist ohne Auswirkung auf das Projekt.

Im *Abfall-Lager (Halle V)* ist nach wie vor nur eine eingeschränkte Einlagerung möglich.

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

Das Messprogramm 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 an den Komponenten in den Deckenkammern auf +17-m und der Gasvorreinigung +17m-Bühne
- Demontage der Mischkühler
- Demontage des Stahlbaus der +38-m-Bühne und der +34-m-Bühne
- Herstellen der Zugänglichkeit zum Reaktordom

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

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

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

5. Kosten

Kosten bisher (von 1987 bis 2009):	336,8 Mio. €
Kosten (Januar-Juni 2010):	8,0 Mio. €
Zukünftige Kosten:	<u>98,9 Mio. €</u>
	443,7 Mio. €

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

1.3 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH

Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung von Teilanlagen der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB)	
Laufzeit des Vorhabens: 1994 bis 2030	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010
Gesamtkosten des Vorhabens: 113,0 Mio. €	Projektleiter: N.N.

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) ist seit dem 01.07.2009 ein Betriebsteil der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft (WAK GmbH). Die Aufgabe der HDB ist die Entsorgung von radioaktiven Abfällen und Reststoffen der im Rückbau befindlichen Anlagen der WAK GmbH (z. B. KNK, MZFR, HZ), der zurückzunehmenden Abfälle aus der Wiederaufarbeitung der Kernbrennstoffe sowie ihrer eigenen Abfälle und der am Standort vorhandenen Einrichtungen und Anlagen:

- Betriebsabfälle und Reststoffe vom KIT
- Abfälle des Europäischen Instituts für Transurane (ITU)
- 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 I und II
- Zementierung I und II
- LAW-Verschrottung
- MAW-Verschrottung
- Geräte-Dekontamination
- Verbrennungsanlage
- Reststofflager
- Zwischenlager für wärmeentwickelnde und nicht wärmeentwickelnde Abfallgebinde
- Analytische Anlagen:
Radiochemisches Labor
Fassmess-Anlage
Freimess-Labor.

Parallel zum Fortschritt der Rückbauarbeiten bei den Reaktoren 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

- 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
Das Genehmigungsverfahren für den Rückbau ruht, da in der Anlage die Entsorgung des Flüssigabfalls aus dem Betrieb der VEK durchgeführt wird.
- Abwasser-Sammelstation Y561 C1, Bau 561
Die Demontagearbeiten der in den Installationskanälen und im Erdreich doppelwandig verlegten Rohrleitungen von den Gebäuden 536, 563 und 571 der außer Betrieb genommenen Abwassersammelstation wurden störungsfrei abgeschlossen. Für die zu entsorgenden Massen der Gebäudestruktur wurde ein Antrag auf Freigabe nach §29 gestellt.

3. Geplante Weiterarbeit

- LAW-Eindampfung I und Zementierung II, Bau 545
Nach Abschluss des VEK Betriebes sowie nach der Verarbeitung des Flüssigabfalls in der LAW-Eindampfung I und Zementierung II wird das Genehmigungsverfahren in 2011 wieder aktiviert, um mit den Rückbauarbeiten zu beginnen.
- Abwasser-Sammelstation Y561 C1, Bau 561
2010 soll das Gebäude 561 dekontaminiert, frei gemessen, aus dem genehmigungspflichtigen Umgang entlassen und abgerissen werden. Sobald die Freigabe nach §29 vorhanden ist, werden Bohrproben entnommen und mit dem Abriss der Gebäudestrukturen begonnen.

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

Keine.

5. Kosten

Kosten bisher (von 1994 bis 12/2009):	12,5 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	0,1 Mio. €
Zukünftige Kosten:	100,4 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land BW 10 %

Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK)	
Laufzeit des Vorhabens: 1992 bis 2013	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010
Gesamtkosten des Vorhabens: 315,3 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Graf

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 Stilllegungsgenehmigungen (SG) vollständig abzubauen:

- Abbau Sekundärsysteme, Tertiärsystem, Objektschutz, Blendenverstelleinrichtung, Wechselmaschine; Entsorgung von Brennelementen, Primär- u. Sekundärnatrium; Umstellung der E-Versorgung; Abriss von Gebäuden; Abbau der Primärsysteme (1.- 8. SG)
- Ausbau Reaktortank und Abbau biologischer Schild (9. SG)
- Abbau Hilfssysteme, Freimessen und ggf. Dekontamination der restlichen Gebäude (10. SG)
- Konventioneller Abbruch und Rekultivierung des Geländes („Grüne Wiese“)

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

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Die Rückbaumaßnahme 2 der 9. SG 2 gliedert sich in Demontage der Wärmeisolierung sowie den Abbau und Entsorgung der Primärabschirmung.

Nachdem alle nicht mehr benötigten Komponenten der vorhergegangenen Maßnahmen demontiert wurden, konnte der Umbau der Einhausung und der Einbau der neuen Komponenten zum Abbau der Wärmeisolierung und der Primärabschirmung fortgesetzt werden.

Die Arbeiten und die Inbetriebsetzung an dem Containerbeladekran, dem Hubwerk des Zellenkrans sowie der Containerschleuse wurden abgeschlossen. Ein umfangreiches Not-Halt- und Verriegelungskonzept wurde umgesetzt sowie eine Gegensprechanlage und ein Audio-/Videosystem für Arbeiten in der Einhausung installiert. Das Werkzeugträgersystem und eine Sauganlage wurden montiert und in betriebgesetzt. Die Inbetriebsetzung aller Komponenten im Verbund wurde begonnen.

Im Mock-Up wurden für das Hebewerkzeug herstellerseitige Bohr- und Hebeversuche vorbereitet.

Für das atomrechtliche Aufsichts- und Genehmigungsverfahren wurden Empfehlungen zur Ausführungsbeschreibung (AB) 2.1 „Umbau der Einhausung“ abgearbeitet, die AB 2.3 „Abbau Wärmeisolierung“ wurde überarbeitet und bei der Behörde eingereicht.

Zur Vorbereitung des Rückbaus des Biologischen Schildes wurden die Leistungsbeschreibungen für die Beschaffung des Abbruchbaggers sowie eines Hubwerks und der Elektroversorgung vorbereitet.

Zur Optimierung des Rückbaus der Primärabschirmung und des Biologischen Schildes wurde eine Konzeptüberprüfung durch die Energiewerke Nord GmbH (EWN) veranlasst.

Die dritte Kühlfalle von insgesamt sechs kleinen Kühlfällen wurde komplett gewaschen. Die vierte Kühlfalle wurde in 16 Segmente zerlegt, der Waschbetrieb hierfür hat begonnen.

Für die große Kühlfalle werden alternative Entsorgungskonzepte geprüft.

3. Geplante Weiterarbeit

9. SG: Abbau Reaktortank, Primärabschirmung, Biol. Schild:
Abschluss der Inbetriebsetzung im Verbund und Abbau Wärmeisolierung. Schulung und Erprobung des Hebewerkzeugs im Mock-Up für den Ausbau der Primärabschirmung; Fortsetzung der Planung für den Abbau des Biologischen Schildes unter Berücksichtigung etwaiger Konzeptanpassungen. Einreichung der Ausführungsbeschreibungen 2.4 und 2.5 „Vorbereitung und Abbau Primärabschirmung“

10. SG: Abbau Restsysteme, Dekontamination, Abriss Gebäude:
Einreichung Sicherheitsbericht

Kühlfällen: Waschen der Zerlegeteile der vierten Kühlfalle.

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

J. Dux, B. Eisenmann, J. Fleisch, A. Graf-Frank, J. Minges, W. Pfeifer, E. Prectl, M. Urban/WAK GmbH: „Decommissioning and Dismantling of Prototype Reactors and Fuel Cycle Facilities at the German Karlsruhe Site – Progress and new Challenges“, WM2010 Conference, March 7-11, 2010, Phoenix, AZ

A. Graf, J. Minges, S. Winkler, S. Wittenauer/WAK GmbH: „Rückbau der KNK - Ergebnisse der Kalterprobung zur fernhantierten Demontage der Wärmeisolierung“, Jahrestagung Kerntechnik, 03.-06. Mai 2010, Berlin

S. Winkler/WAK GmbH: „KNK- Rückbau eines Forschungsreaktors“, KIT-Seminar "Forschung und Industrie“, 16.06.2010, Karlsruhe

5. Kosten

Kosten bisher (von 1992 bis 12/2009):	275,6 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	3,7 Mio. €
Zukünftige Kosten:	36,0 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung des Mehrzweck-Forschungsreaktors (MZFR)	
Laufzeit des Vorhabens: 1985 bis 2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010
Gesamtkosten des Vorhabens: 311,4 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Eisenmann

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Der Mehrzweckforschungsreaktor im Forschungszentrum Karlsruhe war ein schwerwassergekühlter und –moderierter Druckwasser-Reaktor (elektrische Bruttoleistung 57 MWel). 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 Konzept sieht einen vollständigen Rückbau in acht Stilllegungsgenehmigungen (SG) vor:

- Außerbetriebnahme aller nicht benötigter Systeme, Trocknung der D₂O-Systeme, Reduzierung weiterhin benötigter Hilfsanlagen, Abbau Heizwasserversorgung; Demontage von Kraftwerksanlage, Abwasseraufbereitung, Notstromanlage; Abriss der Kühltürme; Demontage Reaktorhilfssysteme, Abbau Sekundärsystems im Reaktorgebäude, Dekontamination Primärsystem; Abbau Zaunanlage; Demontage Primärsystem und Reaktorsysteme im Reaktorgebäude; Fernbediente Demontage Reaktordruckbehälter mit Einbauten (1.-7. SG). Diese Schritte sind abgeschlossen.
- Abbruch des aktivierten Teils des Biol. Schilds, Dekontamination und Abriss der Gebäude (8. SG).

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Abbruch des aktivierten Teils des Biologischen Schilds im Reaktorgebäude:

Die Inbetriebsetzung der eingesetzten Rückbaueinrichtungen zur Demontage des Stahlblechliners und der Rückbau des Linerblechs wurden bis Juni 2010 erfolgreich abgeschlossen. Die demontierten Teile wurden in Produktstahlcontainer (PSC) verladen und begleitende radiologische Messungen durchgeführt.

Für den Abbruch des aktivierten Teils des Biologischen Schildes wurden die Lasttraversen und die Betonbefülleinrichtung montiert und in Betrieb gesetzt. Außerdem wurden die Betonabbaugeräte für den Rückbau umgebaut und mit der Inbetriebsetzung begonnen. Der Rundlaufkran wurde an die Anforderungen für die Demontage umgerüstet.

Tätigkeiten in anderen Gebäuden:

Reststoffe aus dem Beckenhaus wurden in PSC verfüllt. Im Beckenhaus wurden orientierende Wischtestproben durchgeführt, um die Bereiche festzulegen, die vorgereinigt werden müssen.

Im Behälterhaus wurden die Demontearbeiten an der Infrastruktur mit Ausnahme der Lüftung und der zugehörigen Elektroverteilung sowie Teilen der Stahlbühne abgeschlossen.

Im Montage- und Lagergebäude wurden alle Betonsockel beprobt und demontiert, der Abtrag der Beschichtung an Decken und Wänden fortgesetzt.

Das betriebliche Regelwerk wurde an die Anforderungen aus dem betrieblichen Übergang zur WAK GmbH angepasst.

3. Geplante Weiterarbeit

8. SG - Rückbau aktivierter Teil des Biol. Schildes, Dekontamination und Abriss Gebäude:
Demontage und Verpacken aktivierter Beton; Planung zur Errichtung Halle für Verarbeitung des abgebauten Betonschutts; Vorbereitende Dekontaminationsarbeiten in Nebengebäuden; Planung und Durchführung der Vereinfachung/des Rückbaus betrieblicher Systeme (Lüftung, E-Versorgung).

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

J. Dux, B. Eisenmann, J. Fleisch, A. Graf-Frank, J. Minges, W. Pfeifer, E. Prechtel, M. Urban/WAK GmbH: „Decommissioning and Dismantling of Prototype Reactors and Fuel Cycle Facilities at the German Karlsruhe Site – Progress and new Challenges“, WM2010 Conference, March 7-11, 2010, Phoenix, AZ

5. Kosten

Kosten bisher (von 1985 bis 12/2009):	279,3 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	3,4 Mio. €
Zukünftige Kosten:	28,7 Mio. €
Geldgeber:	Bund 100 %

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: 1991 bis 2023 (2035)	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.631,0 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. Seit 01.01.2008 liegt eine neue Projektkostenschätzung vor, die auch neu hinzugekommene Entsorgungsaufgaben (Zwischenlagerung und die Herstellung der Endlagerfähigkeit), teilweise im Auftrag Dritter, abdeckt.

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 Fernhantierung, 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 Betriebshandbuchs 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 wurden 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.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

In der *Verglasungsanlage Karlsruhe* (VEK) wurde nach der Heißen Inbetriebnahme am 16.09.2009 bis zum 30.06.2010 122 Kokillen produziert. Vier CASTOR-Behälter wurden mit je 28 Kokillen befüllt.

Im ersten Halbjahr 2010 wurden aus dem *Prozessgebäude (Schritt 3)* ca. 92 Mg Demontagemassen (Stahlbau, Beton und Kabel) ausgebracht und ca. 88 Mg zur Entsorgung an die HDB abgegeben.

Das radiologische Mess- und Probenahmeprogramm zur Feststellung kontaminierter Betonstrukturen wurde fortgeführt und festgestellte Kontaminationen unmittelbar beseitigt.

Die Genehmigung für die Deregulierung nach Verglasungsende (Schritt 4), wurde zum 23.04.2010 erteilt. Detailplanungen Lüftung und Elektrotechnik wurden fortgeführt. Die Umsetzung von Maßnahmen zur Asbestsanierung, dem baulichen Brandschutz sowie der Demontage lüftungstechnischer Komponenten in der ELMA wurde begonnen.

Der fernhantierte Rückbau der MAW-Behälter HWL (*HAWC-Anlagen Schritt 5*) wurde begonnen. Die Beschaffungen für die Demontage des LAVA-Zellen und des HA-Labors wurden fortgeführt. Der Zuschlag für die Durchführung der Genehmigungsplanung für den fernhantierten Rückbau der VEK wurde erteilt.

3. Geplante Weiterarbeit

WAK-Rückbau:

VEK: Durchführung des Spül- und Abfahrprogramms nach Abschluss der HAWC-Verglasung, Aufkonzentrierung und Verglasung der entstehenden Spüllösungen.

Schritt 3: Fortführen der Demontearbeiten in weiteren Prozesszellen. Fortführung radiologischer Messungen und Dekontaminationsarbeiten.

Schritt 4: Fortführung der Umsetzung der Deregulierungsmaßnahmen.

Schritt 5: Fortführung der fernhantierten Demontage der MAW-Behälter. Erhalt der Gutachten für den Rückbau der HAWC-Behälter und der LAVA-Zellen L3-L5. Genehmigungsplanung für den fernhantierten Rückbau der VEK.

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

J. Dux, B. Eisenmann, J. Fleisch, A. Graf-Frank, J. Minges, W. Pfeifer, E. Prechtel, M. Urban/WAK GmbH: „Decommissioning and Dismantling of Prototype Reactors and Fuel Cycle Facilities at the German Karlsruhe Site – Progress and new Challenges“, WM2010 Conference, March 7-11, 2010, Phoenix, AZ

J. Fleisch, W. Gruenewald, G. Roth, W. Tobie, S. Weisenburger, M. Weishaupt/WAK GmbH: „Radioactive Start-up of the German VEK Vitrification Plant“, WM2010 Conference, March 7-11, 2010, Phoenix, AZ

5. Kosten

Kosten bisher (von 07/1991 bis 12/2009):	1.557,9 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	34,1 Mio. €
Zukünftige Kosten (PKS 2007):	1.039,0 Mio. €
Geldgeber:	Bund, Land, Industrie

1.4 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 2009</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 Betriebs-elementen. Es handelte sich um eine Zweikreis-anlage, bestehend aus einem Helium-Primärkühlkreislauf mit nach geschaltetem Wasserdampf-kreislauf 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 wurden 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 Elektroanlagengebäude, 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 genehmigungsseitig nicht befristet. Im Jahr 2017 ist die Behörde zu unterrichten 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 2009 ist für die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300:

das 20. Jahr nach der Abschaltung,

das 14. Jahr nach der Beendigung der Entladung des Reaktorkerns,

das 12. 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 festangestellte technische Mitarbeiter der HKG betraut.

Im Berichtsjahr 2009 war kein meldepflichtiges Ereignis zu verzeichnen.

2009 fiel in der sicher eingeschlossenen Anlage kein zu entsorgendes Abwasser an und somit trat auch keine Aktivitätsabgabe in die Umgebung über diesen Pfad auf.

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 für Aerosole und C14 Werte unter der Nachweisgrenze aus. Lediglich H3 liegt mit 0,02 % des genehmigten Ableitungsgrenzwertes über der Nachweisgrenze.

Aus dem Überwachungsbereich wurden diverse Kleinkomponenten aus Heliumdetektionseinrichtungen (u. a. Helium-Lecktester, Messumformer, Nadelventile, Magnetventile, Kleinlei-

tungen, Membranpumpen, Mess- und Registriereinrichtungen) ausgebaut und einer Hochschule für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung gestellt werden. Im Berichtszeitraum wurde das bisher gültige Nuklidspektrum für die Anlage THTR 300 für den Zeitraum 1988 bis 2008 neu bestimmt und bis 2043 festgeschrieben.

Die verkehrsrechtliche Zulassung der Transport- und Lagerbehältern CASTOR THTR/AVR gilt bis 2017.

Die Planungen und Maßnahmen der HKG für die Entsorgung der abgebrannten THTR-Brennelemente sind weiterhin darauf ausgerichtet, diese nach der Zwischenlagerung im Transportbehälterlager 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 sind derzeit die Erkundungsarbeiten im Salzstock Gorleben 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. Es wird derzeit von einer Inbetriebnahme im Jahr 2015 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. Armaturen, Pumpen, Kabel und Motore. 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:

48 Mio. €

Geldgeber:

Bund, Land NRW, Gesellschafter der
HKG

1.5 Projekt MAREN bei GKSS

Zuwendungsempfänger: GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Postfach 11 60, 21494 Geesthacht	
Vorhabensbezeichnung: Entsorgung radioaktiver Reststoffe (Projekt MAREN-1)	
Laufzeit des Vorhabens: 2002 bis 2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010
Gesamtkosten des Vorhabens: 36,8 Mio. €	Projektleiter: N. Stehr

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

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

Im Projekt MAREN-1 werden kurzfristig notwendige Maßnahmen, die dringlich und zur Aufrechterhaltung der nuklearen Sicherheit am Standort erforderlich sind, abgewickelt. Die aus dem Betrieb der kerntechnischen Anlagen angefallenen und anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle unterliegen im Rahmen des Projektes der Sammlung, Bilanzierung, Konditionierung und Zwischenlagerung bis zur späteren Entsorgung in ein Endlager. Dies 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 Zwischenlagerkapazitäten 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, 240)

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten mit Priorität abgewickelt:

- Konditionierung feste radioaktive Abfälle (221, 231)
Sachverständigentätigkeiten, Dokumentation und Vorbereitung Rückführung abgefertigter Gebinde. Einleitende Arbeiten Mengenerhöhung
- FRG-MAW Reflektoren, Steuerstäbe (232)
Bestandsaufnahme, Charakterisierung, Planung Transport- und Lagerbehälter
- Entsorgung FRG-Brennelemente (235)
Vorbereitende Arbeiten für den Transport 2010 in die USA
- OH- Reaktordruckbehälter (225)
Erstellung eines technischen Konzepts hinsichtlich Entnahme, Transport und ggf. Konditionierung des Reaktordruckbehälters
- Abschaltung FRG-1 und Übergang Nachbetriebsphase
- Vorbereitung Stilllegung und Rückbau (240)
Überprüfung Baustatik Reaktorbecken und Reaktorhalle, Vorbereitung Rückbau Strahlrohre
- Aufarbeitung OH-Brennstäbe aus Bestrahlungsexperimenten (223)
Vorbereitung Verpackung und Transport
- Längerfristige Zwischenlagerung (227, 237, 238, 239)
Notwendige Wartungs- und Infrastrukturmaßnahmen (Wartung / Instandhaltung / Ertüchtigung im Heißen Labor und in den Lagerbereichen, Sachverständigentätigkeit), Freimesseinrichtung

3. Geplante Weiterarbeit

- Konditionierung LAW (221, 231): Verbrennung, Einschmelzung und HD- Verpressung von FRG- und OH-Abfällen, Rückführung abgefertigter Gebinde, Datenübertragung Dokumentation, Mengenerhöhung;
- Betriebsabwässer (236): Abtransport betrieblicher Abwässer zur Konditionierung bei FZJ;
- OH-Brennstäbe (223): Verpackung und Transport nach Frankreich;
- OH- RDB (225): Gutachtertätigkeiten hinsichtlich RDB- Entnahme und Transport.
- Entsorgung bestrahlter FRG-BE (235): Transport von Brennelementen in die USA,
- Konditionierung MAW (232): Datenzusammenstellung, Konzept- und Informationsbearbeitung, Koordinierung;
- Erstellung eines technischen Konzepts zum Rückbau kerntechnischer Einrichtungen unter Beachtung des Stands der Technik. Sachverständigentätigkeit und Koordination (240);
- Längerfristige Zwischenlagerung, bauliche Maßnahmen (227, 237, 238, 239): Bereitstellung erforderlicher Infrastrukturmaßnahmen, Gewährleistung der sicheren Zwischenlagerung;

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

Keine.

5. Kosten

Kosten bisher (seit 01/2002):	27,8 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	0,8 Mio. €
Zukünftige Kosten:	9,0 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Länder 10 %

2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

2.1 Fördervorhaben

* 02 S 8335	Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung	Technische Universität Darmstadt	📖 28
* 02 S 8355	Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen	Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt	📖 30
02 S 8376	Bestimmung von Endlager-relevanten, langlebigen Radionukliden mittels radiometrischer und spezieller massenspektrometrischer Verfahren	TU München	📖 32
* 02 S 8416	Das Phänomen der Hyperradiosensitivität und deren Modulation durch den Radioprotektor Phosphotyrosin	Eberhard-Karls-Universität Tübingen	📖 34
* 02 S 8427	Genomische Instabilität durch Doppelstrangbrüche: Bedeutung des Singlestrand annealing	Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf	📖 36
02 S 8437	Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen	Leibniz Universität Hannover	📖 38
02 S 8447	Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen	BÜDIAM Diamantwerkzeuge, Eschenburg	📖 40
* 02 S 8457	Untersuchung von epigenetischen Effekten nach Bestrahlung menschlicher Zellen	Ludwig-Maximilians-Universität München	📖 42
* 02 S 8467	Regulationsmechanismen eukaryotischer DNA Replikation nach Bestrahlung	Universitätsklinikum Essen	📖 44
* 02 S 8477	Regulation der Nicht-homologen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikation	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 46
02 S 8487	Konstruktion, Herstellung, Beschichtung, Prüfung und Handhabung langzeitstabiler Gebinde zur sicheren Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen	Leibniz Universität Hannover	📖 48
* 02 S 8497	Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen	Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt	📖 50

02 S 8507	Verfahren zur selektiven Tritium-Extraktion aus wässrigen Abfalllösungen und langzeitstabilen Bindung auf einem Träger	TU München	📖 52
02 S 8517	Uranaufnahme	Friedrich-Schiller-Universität Jena	📖 54
02 S 8528	Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST)	Friedrich-Schiller-Universität Jena	📖 56
02 S 8538	Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließender Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST)	TU Dresden	📖 58
02 S 8548	Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 60
02 S 8558	Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie	TU Dresden	📖 62
02 S 8578	Strahlenschutzaspekte bei der Auswahl von Abbau- und Dekontaminationstechniken	GRS Köln	📖 64
02 S 8588	Handhabungs- und Transportkonzepte zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau: Entwicklung rechnerischer Analysemethoden für stoßdämpfende Strukturen beim Anprall oder Absturz von Abfallgebinden (ENREA)	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin	📖 66
02 S 8598	Qualifikation und Erprobung von stoßdämpfenden Strukturen und Materialien zur Optimierung/Reduzierung der Beanspruchung von Verpackungen zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau (QUEST)	WTI Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Jülich	📖 68
02 S 8608	ASTU Automatische Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 70
02 S 8619	EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG)	Brenk Systemplanung GmbH, Aachen	📖 72
02 S 8629	Prozessentwicklung zur trockenen Bearbeitung von metallischen und mineralischen Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ProBeSt)	Leibniz Universität Hannover	📖 74
02 S 8639	Neue Verfahrenstechnik zur Dekontamination und Probenahme in kontaminierten Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik	SAT Kerntechnik GmbH, Worms	📖 76

02 S 8649	Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS)	HERRENKNECHT AG, Schwanau	📖 78
02 S 8659	Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 80
02 S 8669	Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle	TU München	📖 82
02 S 8679	Status quo der Lagerung ausgedienter Brennelemente aus stillgelegten / rückgebauten deutschen Forschungsreaktoren und Strategie (Lösungsansatz) zu deren künftigen Behandlung / Lagerung	DBE Technology GmbH, Peine	📖 84
02 S 8689	TENORM-Sanierung im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzungen und Alltagswahrnehmung - TESSA	Leibniz Universität Hannover	📖 86
02 S 8699	Innovative Lichtbogenverfahren für die Stilllegung und den Rückbau kerntechnischer Anlagen - Hot-Wire-Plasmaschneiden und Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden (Inno-Cut)	Leibniz Universität Hannover	📖 88
02 S 8709	Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 90
02 S 8719	Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)	Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 92

*** Strahlenforschungsvorhaben**

2.2 Formalisierte Zwischenberichte

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 31.12.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
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

AP4: DSB-Reparatur nach niedrigen Dosen ionisierender Strahlung

Frühere Arbeiten kamen zu dem Ergebnis, dass sowohl *in vitro* in ruhenden humanen Fibroblasten als auch *in vivo* im Mausmodell die Reparaturkapazität der Zellen mit abnehmender Dosis abnimmt und darüber hinaus DSBs über einen längeren Zeitraum unrepariert verbleiben. Im vorherigen Berichtszeitraum konnte *in vitro* gezeigt werden, dass sich eine H₂O₂-Behandlung vor der Bestrahlung positiv auf die DSB-Reparatur auswirkt. Dies legte die Vermutung nahe, dass oxidativer Stress die DSB-Reparatur begünstigt. Im aktuellen Berichtszeitraum sollten diese Ergebnisse validiert werden, und weiterführende Experimente sollten Einblick in die diesem Phänomen zugrunde liegenden Mechanismen liefern. Über die Messung der Enzymaktivität des an der zellulären Stressantwort beteiligten PARP-Proteins konnten wir zeigen, dass bei niedrigen H₂O₂-Konzentrationen (10 µM) zwar keine DSBs induziert werden, aber ein Level an Einzelstrangbrüchen auftritt, wie es auch bei Dosen von ca. 200 mGy Röntgenstrahlung der Fall ist. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass die durch die Behandlung mit niedrigen Konzentrationen H₂O₂ entstandenen Einzelstrangbrüche und die damit einhergehende Aktivierung der Basenexzisionsreparatur einen Einfluss auf die DSB-Reparatur haben könnte. Überraschenderweise zeigten Genexpressionsanalysen, in denen 33.000 Gene mittels Microarray-Analysen untersucht wurden, dass nach 10 µM H₂O₂ bzw. 200 mGy Röntgenstrahlung die Expression mehrerer Genen hochreguliert wurde, deren Expression sich bei alleiniger Bestrahlung mit 10 mGy nicht veränderte. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass durch die Anwesenheit von Sauerstoffradikalen in der Tat Mechanismen aktiviert werden, welche die DSB-Reparatur begünstigen. Weiterhin konnte demonstriert werden, dass sich die zelluläre Antwort auf DNA-Schäden im Niedrig- und im Hoch-Dosis-Bereich unterscheidet. Nach der Gewinnung dieser Ergebnisse, wurden diese zur Publikation aufgearbeitet (1).

AP4: G1/S-Checkpoint-Messungen in lebenden Zellen

Im vorherigen Berichtszeitraum wurde gezeigt, dass aufgrund der Limitierungen des G1/S-Checkpoints Zellen mit unreparierten DSBs in die S-Phase eintreten und diese mit einem erhöhten Level an DSBs durchlaufen. Im aktuellen Berichtszeitraum durchgeführte Untersuchungen mittels Life Cell Imaging deuten nun darauf hin, dass die in G1 induzierten DSBs im Laufe der S-Phase vollständig repariert werden, so dass das erhöhte Level durch die Induktion neuer DSBs im Zuge der Replikation in Gegenwart andersartiger Strahlenschäden zustande kommt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP4: Zellzyklus-Messungen in lebenden Zellen

Im Folgenden sollen die Kinetiken von DSB-Reparatur und DSB-Neuentstehung während der S-Phase genauer untersucht werden, um Einblick in die zellulären Konsequenzen der Limitierungen des G1/S-Checkpoints zu erlangen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Grudzenski, S., Rath, A., C., Conrad, R., Rube, S., Löbrich, M., *Proc. Natl. Acad. Sci., in press.*

Zuwendungsempfänger: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, 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 31.12.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 2.189.464,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Kraft	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Wissenschaftliche Forschungsziele sind molekular-, zell-, gewebe- und populationsrelevante Grundlagenforschung mit dicht ionisierender Strahlung, um die Mechanismen der Strahlenwirkung aufzuklären und den Strahlenschutz zu erweitern. Die Risikofaktoren ionisierender Strahlung sollen 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 an der TUD eingerichtet, die thematisch sowohl in die Forschung der TUD als auch der GSI integriert sind. Um methodisch den höchsten Stand der Wissenschaft zu halten, ist eine enge Zusammenarbeit mit den vorhandenen Lehrstühlen der TUD geplant. Dazu gehört auch die Vertretung des neuen Gebiets in der Lehre, d. h. in Vorlesungen und in Praktika, sowie die Betreuung von Diplom- und Doktorarbeiten. Eine enge Zusammenarbeit mit der Bionik und der Physik sowie der Biotechnologie der FH ist auch in der Studentenausbildung geplant. Langfristig wird angestrebt, einen Studiengang Biophysik/Strahlenbiologie anzubieten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Schwerpunkte der Forschungsvorhaben an der GSI sind folgende Untersuchungen:

- primäre Strahlen-induzierte DNA-Veränderungen (Strahlplatz Mikroskopie) und komplexe Ionen-induzierte DNA-Schäden, Reparatur- und Signalübertragung,
- Zelluläre Strahlenreaktion: Proteinbiochemie, Zellzyklusanalyse und Zelltod (RBW)
- Experimente am Mikrostrahl zur Wirkung kleiner Dosen

An der TUD sind folgende Schwerpunkte geplant:

- Erweiterung der Strahlenarten (Alpha-Teilchen)
- Strahlenwirkung Niedrigdosisbereich / Biomarker Strahlenschutz
- Reparatur / Zelluläre Strahlenwirkung / Membran / Signalübertragung / Gewebeeffekte
- Regeneration

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Von der Arbeitsgruppe „Molekulare Strahlenbiologie“ wurden weitere Diplomarbeiten sowie weitere Forschungspraktikanten betreut. Im SS2010 wurde im Rahmen des Diplomstudiengangs das Pflicht- und das Wahlpflichtpraktikum „Molekulare Strahlenbiologie“ durchgeführt. Im Rahmen des Bachelor-Studiengangs wurde das Modul „Stabilität“, bestehend aus Vorlesung, Übung und Praktikum durchgeführt. Um das Spektrum an Bestahlungsmöglichkeiten für die Arbeitsgruppen des Fachbereichs zu erweitern, wurde eine Alpha-Quelle aus Homburg/Saar an die TUD überführt.

Die Forschung der Arbeitsgruppe „Molekulare Strahlenbiologie“ konzentrierte sich auf die Frage, inwieweit die Komplexität eines DNA-Doppelstrangbruchs sowie dessen Lokalisation innerhalb des

Genoms einen Einfluss auf die Wahl des Reparaturweges haben. Dies ergab, dass zunächst an allen Brüchen die Reparatur über Nicht-homologes End-joining initiiert wird. Jedoch wird bei Brüchen, die aufgrund ihrer Lokalisation im Heterochromatin oder aufgrund ihrer Komplexität die Ligation ausbleibt, anschließend die Reparatur über Homologe Rekombination eingeleitet (1). Der Kinase ATM kommen dabei zwei Rollen zu: (i) Öffnung des Chromatins über die Phosphorylierung von KAP1 (2) und (ii) die Initiation der Resektion über die Phosphorylierung von CtIP. Im aktuellen Berichtszeitraum wurden diese Ergebnisse validiert und zur Publikation vorbereitet.

Die Umbauten für die Arbeitsgruppe „Molekulare Zellbiologie“ wurden am 18.12.2009 beendet, so dass die Abteilung nun voll arbeitsfähig ist. Mit einem neuen Spinning Disk Konfokalmikroskop, das auch Lasermikrobestrahlung ermöglicht, wurde gezielt die Reparatur von heterochromatischen DNA Schäden untersucht. Die Prozesse der Chromatindekondensation wurden mit Ergebnissen der GSI Arbeitsgruppen verglichen. Im direkten Vergleich zwischen ionisierender und nichtionisierender Strahlenqualität wurde mit Einzelzellgelelektrophorese (Comet-assay) eine Korrelation zwischen Laser-mikrobestrahlung und γ -Bestrahlung etabliert. Eine neue Kooperation mit der GSI und der AG Chen (MDC, Berlin) untersucht die Induktion und Reparatur auf genomischer Ebene mit Hochdurchsatzsequenzierung von DNA Sequenzen. In diesem Projekt werden die Lokalisationen von Doppelstrangbrüchen verglichen, welche durch ionisierende und nicht ionisierende Strahlung induziert werden. Darüber hinaus wurden weitere Untersuchungen zur Lokalisation von poly-ADP Ribosylierung, welche nach Bestrahlung am Schadensort auftritt durchgeführt und es zeigte sich, dass diese Marker vermehrt im Heterochromatin auftauchen, sowohl nach UV Exposition sowie wahrscheinlich nach Röntgen Bestrahlung. Im Projekt zur der Veränderung der Chromatinstruktur nach DNA Schädigung konnte gezeigt werden, dass HP1 ein Chromatin Modulator zeitlich versetzt zur Schadensstelle rekrutiert wird. Zuletzt konnten quantitative FRAP Daten für die Modellierung der Rekrutierungsexperimente (in Zusammenarbeit mit AG Drossel, TU Darmstadt) gewonnen werden. Diese Daten werden momentan analysiert und den Modellen zugeführt. Im SS09/WS10/SS10 wurde die Vorlesung/Seminar und Praktikumseinheit „Molekulare Zellbiologie“ abgehalten. Darüber hinaus wurden Studenten in unserem Labor betreut welche in der Thematik dieses Projektes arbeiteten. Für das kommende Wintersemester sind die ersten Diplomstudenten angemeldet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im WS10/11 werden beide TUD-Arbeitsgruppen die Betreuung weiterer Diplomarbeiten und Forschungspraktikanten aus dem Fachbereich Biologie der TUD übernehmen. Von der AG „Strahlenbiologie“ werden sowohl im Rahmen des Bachelor-Studiengangs als auch des Diplomstudiengangs eine weitere Vorlesungen und Praktika „Strahlenbiologie“ angeboten.

Die „Molekulare Strahlenbiologie“ wird die Untersuchung der DSB-Reparatur im Hinblick auf die Chromatinorganisation und die Komplexität der Brüche besonders im Hinblick auf die Funktion der Nuklease Artemis bei der Resektion fortführen. Die „Molekulare Zellbiologie“ wird DNA Schäden im Heterochromatin mit Schwerpunkt unterschiedliche Induktionsrate und Persistenz der Schäden untersuchen. Es soll geklärt werden, wieweit die DNA Reparatur in Heterochromatin besondere Signalwege und Reparaturfaktoren benötigt (e. g., MBDS, Poly-ADP Ribose und HP1s).

5. Berichte, Veröffentlichungen

A. Beucher, J. Birraux, L. Tchouandong, O. Barton, A. Shibata, S. Conrad, A. Goodarzi, A. Krempler, P. Jeggo, M. Löbrich, 2009, EMBO J. 28(21):3413-27.
 A. Goodarzi, A. Noon, D. Deckbar, Y. Ziv, Y. Shiloh, M. Löbrich, P. Jeggo, 2008, Molecular Cell, 31(2):167-177.

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 31.12.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
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

AP1: Ausarbeitung von Trennungsgängen für die zu quantifizierenden Nuklide zur Abtrennung der Fremdaktivitäten unter Berücksichtigung der besonderen Probenmatrizes und der nachfolgenden Analytik

AP2: Optimierung der Beschleuniger-Massenspektrometrie (AMS) hinsichtlich der Isobaren-separation

AP3: Präparation von Realproben nach 1. und Messung mit AMS nach 2

AP4: Optimierung der hochauflösenden induktiv-gekoppelten Massenspektrometrie (ICP-RMS) analog 2

AP5: Präparation von Realproben nach 1. und Messung mit ICP-HRMS nach 4.

AP6: Radiochemische Neutronenaktivierungsanalyse für Nuklide, welche dadurch theoretisch zugänglich sind

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die experimentellen Arbeiten zur Bestimmung von ^{99}Tc mittels Neutronenaktivierung wurden abgeschlossen.

Definierte Aliquote von $^{166\text{m}}\text{Ho}$ wurde zur PTB verbracht, um dort die exakte spezifische Aktivität zu bestimmen. Die Daten sollen den Wert für die Halbwertszeit signifikant verbessern, die derzeit mit einer Unsicherheit von 15 % tabelliert ist.

Ergebnisse:

Die Publikation zur Halbwertszeitbestimmung des ^{79}Se wurde angenommen.

Experimentelle Ergebnisse zum $^{166\text{m}}\text{Ho}$, ^{176}Lu und ^{41}Ca (jeweils Halbwertszeitbestimmung) stehen aus.

4. Geplante Weiterarbeiten

Eine französische Arbeitsgruppe hat auf Vermittlung der PTB Interesse bekundet, mit dem ^{79}Se -Präparat, welches im Rahmen der Halbwertszeitbestimmung erhalten wurde, Messungen mittels Bolometrie durchzuführen. Solche Messungen hätten Neuheitscharakter und würden eine signifikante Verbesserung der Charakterisierung des Beta-Spektrums erwarten lassen. Dies würde auch die Präzision der Halbwertszeit weiter verbessern.

Die Isotopenzusammensetzung eines Aliquots der ^{79}Se -Probe soll bei RCM mit der HR-ICP-MS bestimmt werden und mit dem Ergebnis der HG-MC-ICP-MS, das beim PSI erhalten wurde, verglichen werden. Dies würde einen Vergleich der beiden MS-Techniken erlauben.

Die Isotopenzusammensetzung des produzierten $^{166\text{m}}\text{Ho}$ muss für die Halbwertszeitbestimmung noch mittels ICP-MS ermittelt werden. Ebenso steht die Aktivitätsbestimmung bei der PTB auf dem Programm.

Für I-129 stehen noch Neutronenaktivierungsanalysen an.

Der Abschlussbericht des Projektes ist zur weiteren Anfertigung vorgesehen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Joerg et al.: Preparation of radiochemically pure ^{79}Se and highly precise determination of its half-life. *Appl. Rad. Isot.*, in press, doi:10.1016/j.apradiso.2010.05.006.

Die Halbwertszeit von ^{79}Se , PTB Forschungsnachrichten 2010, Abteilung 6

Angenommen: Vortrag zur Halbwertszeitbestimmung von ^{79}Se bei 6. RCA & 23. SAAGAS in Dresden, September 2010

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 30.11.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
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

Im Berichtszeitraum wurden Untersuchungen zur Rolle von EGFR und Bedeutung von pTyr als Radioprotektor im niederen Strahlendosisbereich durchgeführt. Hierbei standen molekularbiologische Analysen der nukleären Translokation von EGFR und Experimente zum Zellüberleben nach Vorbehandlung mit Phosphotyrosin bei niederen Dosen ionisierender Strahlung (0, 10, 20, 50, 100 mGy) im Vergleich zu einer hohen Strahlendosis (2000 mGy / 2 Gy).

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

3.1 Untersuchungen der nukleären Translokation des EGFR und der Aktivierung der DNA-PK

Die im hohen Dosisbereich (über 1000 mGy / 1 Gy) früher nachgewiesene nukleäre Translokation des EGFR konnte auch nach Bestrahlung im niederen Strahlendosisbereich (10-100 mGy) allerdings mit differentieller Dosisabhängig zwischen 20 und 100 mGy beobachtet werden. Die in den gleichen Analysen durchgeführte Bestimmung des Aktivierungszustandes der DNA-PK zeigte für die untersuchten Zelllinien eine Korrelation zu der Menge an nukleär transloziertem EGFR.

3.2 Überlebensanalysen der Zelllinien A549 und SAS nach Phosphotyrosin-Vorbehandlung im niederen Strahlendosisbereich

Um zu überprüfen, welchen Effekt diese molekularbiologischen Beobachtungen auf das Überleben der beiden untersuchten Zelllinien nach Strahlenexposition im niederen Dosisbereich haben, wurden klonogene Überlebensassays durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass im Bereich um die 10-20 mGy eine zelllinienspezifische differentielle Inaktivierung der Klonogenität zu beobachten ist. Ein konstanter signifikanter radioprotektiver Effekt von pTyr war bei den untersuchten Zelllinie A549 jedoch erst ab 100 mGy und 2000 mGy zu beobachten.

3.3 Untersuchungen am Modellsystem der CHO-Hamsterzellen

Zur Abklärung der Rolle des nukleären EGFR beim molekularen „Signalling“ in Antwort auf eine Bestrahlung im Niedrigdosenbereich, wurden CHO-Hamsterzellen, die endogen nur über sehr geringe Mengen EGFR verfügen, mit einem Vektor transfiziert, der für einen humanen EGFR codiert. Es zeigte sich, dass in den wt. CHO-Zellen, die auf sehr geringem Niveau EGFR exprimieren, erst mit 2 Gy eine deutliche EGFR-Kerntranslokation induziert werden kann. Erst nach einer Bestrahlung mit 2 Gy wurde eine deutliche Aktivierung der DNA-PK beobachtet. In den syngenen, mit EGFR-Vektor-transfizierten Zellen konnte bereits unter Basal-, d. h. nicht bestrahlter Bedingung, eine deutlich gesteigerte Menge an nukleärem EGFR, nachgewiesen werden. Strahlenexposition im niederen Dosisbereich zeigte beginnend mit 20 mGy eine Dosis-abhängige Induktion der nukleären EGFR-Translokation, die ihr Maximum bei 100 mGy erreichte und bei 2000 mGy / 2 Gy nahezu gleich blieb. Beide CHO-Linien zeigten jedoch eine nur geringgradig induzierbare DNA-PK-Aktivierung im niederen Dosisbereich.

3.5 Zusammenfassungen der Ergebnisse des Berichtszeitraums

In den durchgeführten Untersuchungen konnten für die humanen Zellsysteme der A549- und SAS-Tumorzelllinien differenzielle Ergebnisse sowohl bzgl. der nukleären Translokation des EGFR im niederen Dosisbereich als auch der Dosis-abhängigen Korrelation der DNA-PK-Aktivierung im Kontext der EGFR-Translokation erarbeitet werden. Weiterhin wurde das syngene Zellsystem von CHO-Zellen mit niederer EGFR-Expression (CHOwt) und EGFR-Überexpression mittels EGFR-Vektor-Transfektion (CHO full EGFR) etabliert, um an syngenen Zellen mit unterschiedlicher EGFR-Expression spezifische molekularbiologische Fragestellungen der mechanistischen Zusammenhänge der EGFR-Expression und Phosphotyrosin-Radioprotektion unter reproduzierbaren Bedingungen zu beantworten.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die geplanten Weiterarbeiten zielen darauf ab, die molekularen Prozesse, die der effektiven Induktion der DNA-Reparaturmaschinerie in dem sogenannten Schwellendosisbereich von 20-50 mGy zugrunde liegen und durch Phosphotyrosin beeinflussbar sind, im Kontext der EGFR-Translokation mit den zur Verfügung stehenden Zellsystemen weiter einzugrenzen und detailliert zu beschreiben.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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: 01.01.2010 bis 28.02.2010	
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, so dass 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

Mithilfe transgener von uns entwickelter Reporterkonstrukte wurde in Hamster und Primatenzellen (Affe und humane Tumorzellen) die Regulation zwischen den konkurrierenden Reparaturwegen Single-strand annealing (SSA), homologer Rekombination und nicht-homologem endjoining untersucht (zu AP1, 3 und 5) (Mansour et al. 2008, 2010). Die Zellzyklus abhängige Reparatur (SSA) (AP2). Es wurden Methoden entwickelt, um erstmalig SSA und seine Regulation an Tumorzellextrakten untersuchen (zu AP1, 2, 3, 5).

Ergebnisse:

SSA hat neben den beiden Hauptreparaturwegen mit etwa 2-4 % einen nennenswerten Anteil an der Doppelstrangbruchreparatur in Nager und humanen Zellen. SSA kann darüber hinaus als Ersatzweg dienen, wenn andere Wege nicht zur Verfügung stehen. Wir konnten erstmalig beschreiben, dass Rad51, ein Protein, das normalerweise weder im

nicht homologen Endjoining, noch im SSA beteiligt ist, dennoch in die Regulation und Abstimmung dieser beiden Wege involviert ist. (Mansour et al. 2008) (Campos et al. 2009). Es konnte weiterhin erstmalig gezeigt werden dass SSA in Konkurrenz zu einer alternativen endjoining Form steht (Mansour 2008 und 2010), das wie SSA auch ein großes karzinogenes Potential trägt. Die Aktivität der Endjoining-Proteine Ku80, DNA-PK und XRCC4 einen großen Einfluss auf diese Ersatzreparaturwege. Diese Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen. In humanen Tumorproben wurden einzelne Tumoren gefunden, SKX (Kasten-Pisula et al. 2009) und zuletzt eine weitere Kopf-Hals-Tumorlinie (SCC4451), die außerordentlich viel SSA und dafür mangelhaft Endjoining ausführen. In 6 anderen Tumorzellen war die Rate nur gering erhöht. Es deutet sich, entsprechend unserer Ausgangshypothese tatsächlich an, dass in Tumorzellen DSB-Bruchenden häufig instabil sind und damit mutagene Wege wie SSA oder alternatives Endjoining begünstigt werden. In SKX konnte ein ATM-Defekt identifiziert werden, der nicht auf einer Mutation oder einer verminderten mRNA-Expression beruht sondern auf einer posttranskriptionalen Inhibition, die derzeit noch untersucht wird (zu AP4 und AP5). Die Untersuchungen sind auf weitere Kopf-Hals und Prostatatumoren ausgedehnt worden (zu AP1, 2, 3, 5) aber im Projektzeitraum noch nicht abgeschlossen worden. Im Rahmen des Projektes konnte die Ausbildung von Translokationen über SSA nicht geklärt werden (AP4).

4. Geplante Weiterarbeiten

Laufzeitende des Projektes 28.02.2010.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Mansour, W. Y.; Schumacher, et al. and Dahm-Daphi, J.: Hierarchy of non-homologous end-joining, single-strand annealing and gene conversion at site-directed DNA double-strand breaks, *Nuclear Acids Research*, 36, 4088-4098, (2008).

Kasten-Pisula U.; Mansour W.Y.; Dahm-Daphi J. et al.: The extreme radiosensitivity of the squamous cell carcinoma SKX is due to a defect in DSB repair. *Radiother. & Oncol.* 90, 257-264 (2009)

Belmar Campos C., Degenhardt, S.; Mansour W.Y. Dahm-Daphi J.: DNA Doppelstrangbruchreparatur in CV1 Zellen. *Experimentelle Strahlentherapie und Klinische Strahlenbiologie* 18, 82-85 (2009).

Mansour W. Y., Rhein T. and Dahm-Daphi J.: The alternative end-joining pathway for repair of DNA double-strand breaks requires PARP1 but is not dependent upon microhomologies. *Nucleic Acids Research*, 38 epub 16 May (2010).

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: 01.01.2010 bis 30.04.2010	
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 Schwerstbeton, 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:

- Fertigung und Qualifizierung (Geometrie, Oberflächeneigenschaften) von Reibpartner-Discs (NiRo-Stahl, Trägerplatten f. Beton)
- Durchführung von Reibversuchen mit den von der Fa. Büdiam gelieferten Reibstiften.
- Iterative Anpassung der Reibstiftgeometrien und Beschichtungsstruktur gemäß den ersten ermittelten Ergebnissen.
- Qualifikation verschiedener Messapparaturen am IW zur Quantifizierung und strukturellen Analyse der Verschleißerscheinungen an Reibdisc und Reibstift (REM, opt. Digitalmikroskopie, Streifenprojektion-sinterferometrie, Laser-Autofokus-Verfahren).

Wie bereits im letzten Halbjahresbericht ausgeführt ist die Geometriebestimmung der Reibstift-Oberfläche nicht trivial. Bis zur geplanten Anschaffung des hierfür gut geeigneten Messmikroskops mit Laserunterstützung wurden hierfür weiterhin die vorhandenen Laser-Autofokus-Geräte sowie das Streifen-Projektions-Interferometer genutzt und aus den gesammelten Daten hieraus Kennwerte für die Abnutzung bzw. generell der geometrischen Formänderung der Reibstift-Spitze abgeleitet.

Im Rahmen einer Produktdemonstration des o. g. Messmikroskops konnte die Eignung für den geplanten Anwendungsfall innerhalb des Projekts gut nachgewiesen werden; auch die Untersuchung der fertigen Schneidsegmente wird hierdurch vereinfacht werden und die entsprechenden Ergebnisse anschaulicher präsentiert werden können.

Bei der Erfassung der Oberflächengeometrien mittels der derzeit verfügbaren Verfahren wurde auf eine Kompatibilität bzw. Übertragbarkeit auf die zukünftigen Messergebnisse geachtet.

Die Weißlichtinterferometrie, die im letzten Bericht angesprochen wurde, hat sich aufgrund verschiedener technischer Rahmenbedingungen leider als nicht geeignet herausgestellt.

AP2:

Entwurf und Konstruktion des Prüfstandes für Schneidsegmente:

Nach den bereits erfolgten umfangreichen Planungs- und Entwicklungsvorarbeiten wurde auf eine vollständige Neukonstruktion des Prüfstandes zu Gunsten eines Alternativkonzepts verzichtet. Das Alternativkonzept sieht vor, als Basis der Vorrichtung eine kommerziell erhältliche Drehbank zu nutzen. Als Instrumententräger ist eine Drehbank sehr gut geeignet, da sie bereits konstruktiv eine sehr hohe Steifigkeit mitbringt. Diese ist nötig, da anwendungsnahe Parameter bzgl. der Eingriffkräfte und relativen Geschwindigkeiten zwischen Schneidsegment und Substrat hohe Maschinenleistungen und Drehzahlen und besonders bei der Achslagerung sehr hohe Stabilitäten erfordern.

Die Projektierung der nötigen Instrumentierung (Kraftmessplattform) ist bereits abgeschlossen. Die Anschaffung der Drehbank und der Aufbau des Prüfstandes stehen unmittelbar bevor.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1:

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

AP2:

- Fertigstellung der Bewertung der Anlagenkonzepte.
- Konstruktion und Umsetzung des Schneidsegmente-Prüfstand auf Basis einer Drehmaschine.
- Adaption der Kistler-Kraftmessplattform und Aufbau des Mess-Standes.

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 31.10.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 300.480,00 EUR	Projektleiter: Dipl.-Ing. Knotte	

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 (armerter Schwerstbeton, 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

AP1:

Im ersten Halbjahr 2010 wurden weitere Probenreihen für die tribologischen Untersuchungen beim Projektpartner gefertigt. Hauptaugenmerk war dabei neben der eigentlichen Materialentwicklung auch die Optimierung des für die verschiedenen Materialzusammensetzungen erforderlichen Sinterregimes. Gefertigt wurden Proben sowohl mit Fe/Cu- und Co-Bindungen. Diese wurden mit verschiedenen Hartstoffen versetzt, gesintert und bei Bedarf heißisostatisch gepresst. Anschließend erfolgte eine Charakterisierung der Proben hinsichtlich ihrer Dichte und Härte. Als mögliche Hartstoffe wurden Titankarbid, Titanitrid, Vanadiumkarbid, Chromkarbid sowie Wolframkarbid mit unterschiedlichen Konzentrationen getestet. Weiterhin wurde beim Wolframkarbid der Einfluss unterschiedlicher Korngrößen des Hartstoffes untersucht.

AP2:

Von Materialkombinationen die auf der Grundlage der Härte- und Dichteuntersuchungen ein besonders gutes Schneidverhalten versprechen, wurden Proben analog den Abmessungen von Einzelschneidsegmenten von Sägeblättern an den Projektpartner geliefert. Die Ergebnisse der dortigen tribologischen Versuche wurden bei der Materialentwicklung und der weiteren Probenfertigung berücksichtigt.

AP3:

Für den Praxistest der entwickelten Materialien wurde vom Projektpartner eine Tischsäge angeschafft. Zur Optimierung der Versuchsdurchführung und –auswertung auf diesem Gerät wurde im ersten Halbjahr ein Sägeblatt mit Schneidelementen belegt und an den Projektpartner zur Untersuchung übergeben.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1:

Gegenwärtig ist geplant Proben mit Bornitrid als Schneidstoff zu fertigen und zu untersuchen.

AP2:

Weiterhin sollen abschließende Untersuchungen von Einzelschneidsegmenten auf ihr tribologisches Verhalten mit dem Ziel der Materialoptimierung durchgeführt werden.

AP3:

Parallel zu den abschließenden tribologischen Untersuchungen sollen Sägeblätter mit Schneidsegmenten der erfolgsversprechendsten Materialkombinationen bestückt werden. Beim Projektpartner soll dann die praxisnahe Untersuchung dieser Sägeblätter erfolgen.

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 31.12.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
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: Es wurden weitere Datensätze zu Histonveränderungen in verschiedenen Zellsystemen generiert, die derzeit ausgewertet werden. Neu hinzugekommen sind Mauszellen, da diese deutlich erkennbare Heterochromatinbereiche aufweisen. So kann mit Hilfe der ICA-Methode und weiteren Kolokalisations-Analyse-Tools (Foci-Picker, Kolokalisationsprogramm) untersucht werden, ob sich die DNA-Reparatur und Veränderungen der Histonmodifikationen in Euchromatin und Heterochromatinbereichen unterscheiden.
- AP2: Bislang wurde erst eine Histonmodifikation identifiziert, für die in Gesamtzellextrakten aus HeLa-Zellen nach Röntgenbestrahlung mit 2 Gy eine signifikante Abnahme beobachtbar war. Die Beladung wurde mit Tubulin-alpha überprüft. Für weitere bis dato getestete Histonmodifikationen wurden keine signifikanten Veränderungen beobachtet.
- AP3: Verschiedene Demethylasen, die an einer Veränderung von methylierten Histonen nach Bestrahlung beteiligt sein könnten und so potentielle Kandidaten für eine Runterregulierung durch siRNA wären, wurden in aktueller Literatur recherchiert und entsprechende Antikörper getestet. Neu generierte Daten nach Ionenbestrahlung werden derzeit auf eine Akkumulierung der Demethylasen an gH2AX-dekorierten Bereichen untersucht.
- AP4: In HeLa- und U2OS-Zellen wurde unter artifiziellen Bedingungen (hyperton, 570 mOsm) keine Einschränkung der gH2AX-Focibildung beobachtet. Des Weiteren wurden Mauszellen mit deutlich erkennbaren Heterochromatinbereichen (Chromozentren) sowie MCF7-Zellen auf die Focibildung unter artifiziellen Bedingungen untersucht. Die Chromozentren der Mauszellen zeigten keine Veränderung nach Hyperton-Behandlung sowie eine unveränderte gH2AX-Focibildung. PFGE Versuche zur Reparatur strahleninduzierter DSB zeigte, dass unter Hyperkondensationsbedingungen keine DSB-Reparatur stattfindet. Kürzlich wurde in der Literatur die Beteiligung des Proteins BRIT als Chromatin-Remodeller am DNA-Schaden gezeigt, weshalb auch hier Daten generiert wurden, um eine Veränderung der BRIT-Akkumulierung am Schadensort nach Ionenbestrahlung unter den artifiziellen Bedingungen zu untersuchen. Die Daten werden derzeit ausgewertet.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1, AP2, AP4:

Die Auswertung der vorhandenen Mikroskopiedaten bzw. Western Blot-Ergebnisse soll abgeschlossen werden und die Daten sollen für die Publikation zusammengefasst werden.

AP3:

Da bislang keine zwingenden Kandidaten für Histonmodifizierende Enzyme identifiziert werden konnten, die an der Schadensantwort beteiligt sind, sollen weitere Testversuche durchgeführt werden.

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: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 445.852,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Iliakis	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel 1: Es wird die Hypothese getestet, dass DNA-PKcs einen unmittelbaren und direkten Mechanismus für die Hemmung der DNA-Replikation durch eine lokale Hemmung der Replikationinitiation liefert.

Ziel 2: Es wird die Hypothese überprüft, dass DNA-PKcs zur Erholung der von ATM induzierten Hemmung der DNA-Replikation beiträgt.

Ziel 3: Es wird die Hypothese überprüft, dass DNA-PKcs in der Lage ist, Funktionen im DNA-Metabolismus umzuschalten, wenn sie DNA-Doppelstrangbrüche entdeckt und sich dadurch von einem Aktivator der DNA-Replikation zu einem wirkungsvollen Inhibitor umwandelt.

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 Replikationsinhibition

AP3.7: Präinitiationstestverfahren und die Rolle von DNA-PK an der Replikationsgabel zu testen

AP3.8: Modulation der DNA-PK-Aktivität durch Phosphorylierung

AP3.9: Charakterisierung der DNA-PK Autophosphorylierung

AP3.10: Kooperation von Ku und DNA-PKcs in DNA-PKcs Autophosphorylierung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Zum Ziel 2:

Untersuchung von unterschiedlichen Mutationen in humaner DNA-PKcs auf die Inhibition der DNA-Replikation und deren Erholung:

Wir konnten zeigen, dass nicht nur eine Unterrepräsentation von DNA-PKcs einen inhibitorischen Einfluss auf den S-Phase-Checkpoint hat, sondern auch eine Überexpression und damit

ein erhöhter zellulärer Proteingehalt dieses Enzyms einen ähnlichen Effekt auslöst. Eine kinase-inaktivierende Mutation am C-terminalen Ende von DNA-PKcs (K-R31) führte zu einer kompletten persistenten S-Phase-Checkpointantwort und eine funktionsunfähige Kinasedomäne zu einem Effekt, der mit jenen Zellen vergleichbar ist, die frei von humaner DNA-PKcs sind. Aminosäuresubstitutionen in allen 6 Stellen im ABCDE-Cluster von DNA-PKcs (GG6) gegen Alanin resultierten ebenfalls in einer Inhibition der DNA-Replikation. Bei einer weiteren Zell-Linie (ND5), welche eine „Phosphorylierung-imitierende“ Mutation trägt und ebenfalls deutlich in ihrer Kinase-Aktivität reduziert war, konnte ein sehr ähnliches Phänomen beobachtet werden. Eine funktionierende Kinaseaktivität von DNA-PKcs geht damit offensichtlich mit einer S-Phase-Checkpoint-Antwort einher, bei der eine Wiederaufnahme der DNA-Replikation zu späteren Zeitpunkten nach Bestrahlung erfolgt.

Diese Untersuchungen, die ursprünglich nicht geplant waren da die entsprechenden Mutanten zum Zeitpunkt der Projektanfertigung nicht vorhanden waren, haben wesentlich zum Verständnis des Einflusses von DNA-PKcs auf die Regulation von DNA-Replikation nach Bestrahlung beigetragen.

Vergleich zwischen Aktivierung des Replikations- und G2-Checkpoints in Zellen mit unterschiedlichen Mutationen in humaner DNA-PKcs:

Die Messung des prozentualen Anteils an G2-Zellen über einen Zeitraum von 24 Stunden zeigte bei allen Mutanten einen Anstieg an G2-Zellen, der in einem Zeitraum zwischen 9 und 12 Stunden nach Bestrahlung mit 3 Gy maximal war. Bis auf die Zell-Linien V3 und K-R31 zeigten alle übrigen nach spätestens 24 Stunden wieder einen annähernd normalen G2-Anteil. Dieses Resultat konnte darüber hinaus durch die Messung des Mitose-Index bestätigt werden. Die Ergebnisse deuten weiter darauf hin, dass fehlende DNA-PKcs-Kinaseaktivität, die entweder durch die komplette Abwesenheit des Proteins selber, oder durch eine inaktivierende Mutation ausgelöst wird, ebenfalls einen erheblichen Einfluss auf die Stärke und Dauer des G2-Checkpoints hat. Die Ergebnisse weisen auf Ähnlichkeiten in der Funktion von DNA-PKcs auf die Checkpoints in der S- und der G2-Phase des Zellzyklus hin.

Messung der ATR-Aktivität in DNA-PKcs profizienten und defizienten Zellen:

Vorläufige Ergebnisse in diese Richtung stützen die Vermutung, dass zumindest bei humanen DNA-PKcs defizienten M059J Zellen eine stärkere Aktivierung von ATR nach Bestrahlung auftritt, als bei DNA-PKcs profizienten M059K Zellen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Untersuchung auf mutmaßliche Überaktivierung von ATR bei DNA-PKcs-Überexpression:

Analysen zu molekularen Wechselwirkungen zwischen Phosphorylierungsstellen von DNA-PKcs und ATR bzw. ATM

Untersuchungen zur ATR-Überaktivierung unter dem Einfluss von funktionsfähiger CtIP-Nuklease

5. Berichte, Veröffentlichungen

S. Raschke, J. Guan und G. Iliakis: Application of Alkaline Sucrose Gradient Centrifugation in the Analysis of DNA Replication after DNA Damage. In: *Methods in Molecular Biology – DNA Replication*. Humana Press, USA, Vol. 521: 329-342, 2009.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 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: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
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

Wissenschaftliche 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

AP2: Kartierung der veränderten Stellen

AP3: Bestimmung der modifizierenden Enzyme

AP4: Auswirkungen der Veränderungen auf Protein-Protein Wechselwirkungen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im vergangenen Berichtszeitraum haben wir die Ubiquitinierung von Ku80 weiter untersucht. Hier fanden wir, dass die Ubiquitinierung im N-terminalen Proteinbereich, innerhalb der ersten 160 Aminosäuren stattfindet. Wir beobachteten außerdem, dass die Ubiquitinierung nach Überexpression von BRCA oder RNF8 deutlich erhöht ist, so dass davon auszugehen ist, dass

diese beiden an der Schadenserkennung und DSB-beteiligten Faktoren Ku80 ubiquitinieren können. Für Ku80 und BRCA konnten wir außerdem eine direkte Interaktion beobachten. Zur Kontrolle haben wir überprüft, ob BRCA auch tatsächlich für die Doppelstrangbruchreparatur benötigt wird. Dabei beobachteten wir, dass in Zellen, bei denen wir die Menge an BRCA1 experimentell reduziert hatten, nach 24 Stunden noch immer Doppelstrangbrüche vorhanden waren (entsprechend von γ -H2AX-Fozi), während in Kontrollzellen zu diesem Zeitpunkt keine γ -H2AX-Fozi mehr zu nachzuweisen waren. Wir beobachteten ferner, dass die Ubiquitinkette, welche an Ku80 angeheftet wird, über unterschiedliche Lysin-Verknüpfungen der Ubiquitinmonomere gebildet wird. Dieses Ergebnis bestätigt unser Ergebnis aus dem vorhergehenden Berichtszeitraum, dass die Ubiquitinierung von Ku80 nicht zu dessen Degradation beiträgt.

Im vergangenen Berichtszeitraum haben wir die vier XLF-Deletionsmutanten analysiert. Da die kleinste Deletionsmutante sehr schwach exprimiert wird, haben wir diese nicht weiter in unsere Analysen miteinbezogen. Wir beobachteten jedoch, dass die zweitkleinste XLF-Deletionsmutante noch immer ubiquitiniert wird. Entsprechend haben wir Punktmutanten hergestellt, bei denen jedes einzelne der vorhandenen Lysine sowohl in der Deletionsmutante als auch im kompletten XLF Protein mutiert haben (2 Mutationen sind bisher noch nicht gelungen). Die Analyse dieser Mutanten dauert noch an. Wir haben ferner die strahlenabhängige Ubiquitinierung von XLF überprüft und untersucht, ob XLF ein Zielprotein der Ubiquitin- und Nedd8-Hydrolasen JAB1 und BRCC36 sein könnte.

Da weder Ku80 noch XLF eindeutigen Fozi am Doppelstrangbruch machen, arbeiteten wir in beiden Teilprojekten daran, die Assoziation des Reparaturproteins mit dem Doppelstrangbruch mittels Chromatin-Immunpräzipitation nachzuweisen. Während uns das im Falle von XLF bisher noch nicht geglückt ist, gibt es für Ku80 erste Ergebnisse, die eine erfolgreiche Chromatin-Immunpräzipitation vermuten lassen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Wir werden in dem kleinsten Fragment von Ku80, welches noch ubiquitiniert wird, Punktmutationen durchführen, um die Ubiquitinierungsstelle zu kartieren und dann durch ein Arginin ersetzen, um so eine ubiquitinierungsresistente Ku80 Mutante zu schaffen. Mit dieser ubiquitinierungsresistenten Mutante werden wir dann die Auswirkungen der Ubiquitinierung von Ku80 auf die Doppelstrangbruchreparatur untersuchen. Wir werden ferner die Chromatin-Immunpräzipitation weiter verfeinern, um so zu untersuchen, ob die Ubiquitinierung notwendig ist, damit Ku80 an den Doppelstrangbruch gelangen kann.

Wir werden XLF-Punktmutanten hinsichtlich ihrer Ubiquitinierungsfähigkeit untersuchen und weiterhin versuchen, die Ubiquitinierungsstelle zu identifizieren. Ferner werden wir an der Chromatin-Immunpräzipitation weiter arbeiten, da dies die Voraussetzung ist um zu untersuchen, ob die Ubiquitinierung für die Assoziation mit dem Doppelstrangbruch notwendig ist. Wir werden ferner untersuchen wie das XLF Protein an die Schadensstelle gelangt. Da der wahrscheinlichste Weg ist, dass XLF zusammen mit RNF168 zur Schadensstelle gelangt werden wir zunächst seinen Bindungspartner, das RNF168 Protein ausschalten.

Außerdem werden wir die Daten für eine Veröffentlichung zusammenfassen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Oberle C., Blattner C. (2010) Regulation of the DNA damage response to DSBs by post-translational modifications. *Current Genomics*, 8 4, 184-198

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: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 931.686,00 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

Die Untersuchungen zur Einstellung von Rauheitswerten der metallischen Substrate durch gezielte Oberflächenvorbehandlung (Sandstrahlen; u. a. Wheelabrator Allevard) wurden fortgeführt und statistisch abgesichert.

Die Parameterstudie der Schweißparameter zur erfolgreichen und reproduzierbaren Verschweißung einzelner Komponenten verschiedener und gleicher Blechstärken sowohl im I- als auch im T-Stoß mittels der Schweißverfahren ForceArc® und ColdArc® wurden unter Verwendung des MAG-Verfahrens als Referenz abgeschlossen. Aus den hier erzielten Ergebnissen ergeben sich entsprechende Empfehlungen geeigneter Parameterkombinationen für eine reproduzierbare, qualitativ hochwertige Verschweißung der einzelnen Behälterkomponenten. Die sich anschließenden Versuche zum Transfer in die betriebliche Praxis konnten erfolgreich abgeschlossen werden.

Unter Berücksichtigung relevanter Anforderungen wie z. B. der Haftfestigkeit und der Korrosionsbeständigkeit wurden in Zusammenarbeit mit dem Eisenwerk Bassum m.b.H. und dem Kooperationspartner Suding & Soeken GmbH & Co. KG neben lösungsmittelhaltigen Beschichtungssystemen auch geeignet erscheinende wasserbasierte Systeme in Salzsprühnebeltests, Klimaprüfungen und elektrochemischen Verfahren für die Anwendbarkeit als langzeitstabiler Korrosionsschutz in der Praxis untersucht. Im Gegensatz zu den etablierten lösemittelhaltigen Systemen, deren Trocknung auf dem metallischen Substrat durch definierte Wärmezufuhr erfolgt, benötigen die wasserbasierten Systeme eine hiervon abweichende, an die Applikationsbedingungen anzupassende Prozesstechnik.

Zur Untersuchung der Langzeitbeständigkeit von originalen 200-l-Behältern wurden unter Variation von Wärme, Feuchtigkeit und Licht Versuche im Licht-Klimaprüfschrank durchgeführt und ausgewertet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Anhand der gewonnenen Ergebnisse aus den Parameterstudien der Schweißkonzepte werden geeignete Parameterkombinationen der einzelnen Fügeverfahren in Abhängigkeit der zu fügenden Blechstärken für die betriebliche Praxis definiert. Dabei wird der Schwerpunkt auf die Etablierung der beiden Hochleistungsschweißprozesse ForceArc® und ColdArc® und deren Einsatz in der Fertigung gelegt.

Die aus den Klima- und Korrosionsprüfungen sowie aus den Schweißparameterstudien gewonnenen Erkenntnisse werden für die Fertigung eines korrosionsschutzgerechten 200-l-Demonstratorgebindes evaluiert. Zur Untersuchung der Langzeitbeständigkeit des Demonstrators wird dieser verschiedenen klimatischen und korrosiven Belastungen unterworfen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, 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 31.01.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 972.499,00 EUR	Projektleiter: Dr. Ritter	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das primäre Ziel unseres interdisziplinären Forschungsvorhabens ist es, zu einer realistischen Bewertung des genetischen Risikos dicht ionisierender Strahlung beizutragen. Im Forschungsvorhaben werden insbesondere strukturelle Chromosomenaberrationen, die ein Charakteristikum von Krebszellen sind, mit modernsten molekular-zytogenetischen Methoden analysiert. Weiterhin wird untersucht, welche Rolle den Telomeren bzw. den radikalischen Verbindungen bei der Entstehung der genetischen Instabilität zukommt, die ein Schlüsselmechanismus in der Entwicklung von Normalgewebszellen zu Krebszellen ist. Neben der Bearbeitung dieser wissenschaftlichen Fragestellungen hat das Projekt das Ziel, zum Kompetenzerhalt in der Strahlenforschung beizutragen. Um dieses Ziel zu erreichen, erhalten die am Forschungsvorhaben beteiligten Studenten und jungen Nachwuchswissenschaftler eine intensive strahlenbiologische Aus- bzw. Weiterbildung und in Vorlesungen und Praktika wird um potentiellen wissenschaftlichen Nachwuchs geworben.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Erzeugung genetischer Schäden in humanen hämatopoetischen Zellen durch Ionenstrahlen (GSI).
 AP2: Analyse der genetischen Stabilität/Instabilität normaler menschlicher Fibroblasten (GSI).
 AP3: Rolle reaktiver Spezies und der endogenen antioxidativen Kapazität bei der Entstehung genetischer Instabilität in den Nachkommen von bestrahlten menschlichen Fibroblasten (Technische Universität Darmstadt (TUD); GSI).
 AP4: Rolle der Telomere für die Entstehung genetischer Instabilität (Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ); GSI).
 AP5: Chromosomenschäden in Lymphozyten von Prostatakarzinompatienten sowie in Prostatakarzinomzelllinien (Universitätsmedizin Göttingen (UMG); GSI).

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Um weitergehende Aussagen über den Einfluss der Bahnspur auf die Anzahl und Art von Chromosomenschäden in humanen Lymphozyten treffen zu können, wurde ein Experiment mit 5 MeV/u Chromionen durchgeführt und Aberrationen in der ersten Mitose nach Bestrahlung mit der Giemsa-Färbung und der mFISH Technik ausgewertet. Darüber hinaus wurde eine theoretische Modellierung der Daten durchgeführt und die Ergebnisse auf dem 38. *Scientific Assembly of the Committee on Space Research (COSPAR)* in Bremen vorgestellt.
 Die Analyse von strahleninduzierten Chromosomenschäden in hämatopoetischen Stamm- und Progenitorzellen (HSPC) nach der Bestrahlung mit Röntgenstrahlen und Kohlenstoffionen (monoenergetisch 100MeV/u, ausgedehnter Bragg-Peak 114-158MeV/u) wurde abgeschlossen.
- AP2: In klonogenen Nachkommen der gezielt am Mikrostrahl der GSI mit Kohlenstoffionen (4.8 MeV/u) bestrahlten Fibroblasten wurde im Vergleich zu Kontrollen keine erhöhte genomische Instabilität oder Apoptoserate festgestellt. Die Nachkommen bestrahlter Zellen zeigten jedoch, in Abhängigkeit der applizierten Dosis, einen höheren Anteil von Zellen in einem fortgeschrittenen Differenzierungsstadium. Die Menge reaktiver Sauerstoffspezies (ROS) wurde nach der Bestrahlung durchflusszytometrisch bestimmt und zeigte keine Korrelation mit dem Zellzyklusarrest oder der Apoptoserate.

- AP3: Um die Studien zu strahleninduzierten bzw. altersbedingten Veränderungen des mitochondrialen Proteoms zu vervollständigen, wurden NHDF Zellen mit Röntgenstrahlen bzw. 9.8 MeV/u Stickstoffionen bestrahlt, regelmäßig passagiert und die mitochondrialen Proteine quantifiziert. Die gemessenen Veränderungen in der Menge der ATP-Synthase nach Bestrahlung wurden mit der in den Zellen vorliegenden ATP-Konzentration korreliert. Erste Messungen zeigen, dass bestrahlte Zellen 14 Tage nach der Exposition etwa doppelt so viel ATP enthalten wie die entsprechenden Kontrollpopulation(en). Nach weiteren 14 Tagen konnte kein Unterschied in der ATP-Konzentration zwischen bestrahlten und unbestrahlten Zellen beobachtet werden.
- AP4: Die Charakterisierung der normalen Fibroblasten (VH7) und der durch hTERT immortalisierten Variante (VH7-TERT) ergaben, dass es in den wildtyp (wt) Fibroblasten während der kontinuierlichen Kultivierung zu einer stetigen Telomerverkürzung kommt, die durch die Telomeraseaktivität in den VH7-TERT aufgehalten wird. Diese Zellen wurden der Röntgenstrahlung ausgesetzt (0, 2, 8 Gy) und 72 h nach Bestrahlung untersucht. Die Bestrahlung führte in den wt VH7 nicht aber in VH7-TERT Zellen zu einer geringen Telomerverkürzung, die auch mit genomischer Instabilität (Mikronuclei, Anaphasebrücken) korrelierte. Im Wiederholungsversuch war die Verkürzung in der Gesamtkultur nicht nachweisbar. Deshalb wurde eine neue Auswertungsmethode etabliert, die es nun erlaubt, die Telomerlänge in jeder Einzelzelle zu bestimmen. Mit dieser Methode konnten wir zeigen, dass auch in diesem Versuch in wt VH7 72 h nach Bestrahlung mit 2 und 8 Gy Röntgenstrahlen eine Telomerverkürzung auftrat. Der Effekt war aber in der Gesamtkultur maskiert, jedoch auf der Ebene der Einzelzelle nachweisbar.
- AP5: Lymphozytenpräparate von mehreren Prostatakarzinompatienten wurden mit der mBAND Methode angefärbt und die Häufigkeit von intra-chromosomalen Schäden bestimmt. Darüber hinaus wurden weitere Versuche zur Strahlensensibilisierung von Prostatakarzinomzelllinien (PC-3 und DU-145) und normalen Prostataepithelzellen (PrEC) durch eine Vorbehandlung mit Natrium-Selenit durchgeführt. Es wurden Apoptose, mitotischer Zelltod und Seneszenz nach Bestrahlung mit Röntgenstrahlung, Kohlenstoffionen, Lithiumionen und Stickstoffionen untersucht.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Die Untersuchungen an Lymphozyten gesunder Spender sollen abgeschlossen werden und eine Publikation soll vorbereitet werden.
Die Analyse der strahleninduzierten chromosomalen Veränderungen in HSPC wird fortgesetzt. Um die Weitergabe von chromosomalen Veränderungen an nachfolgende Zellgenerationen zu untersuchen, sollen nach der Bestrahlung mit Röntgenstrahlen bzw. Kohlenstoffionen einzelne Stammzellklone isoliert und mittels der mFISH Technik Chromosomenaberrationen bestimmt werden.
- AP2: Die Auswertung von Chromosomenschäden in den klonogenen Nachkommen von Zellen, die gezielt mit Kohlenstoffionen (4.8 MeV/u) bestrahlt wurden, wird fortgesetzt. Weiterhin sollen die zellulären Schutzmechanismen von Fibroblasten gegen strahleninduzierte reaktive Sauerstoffspezies genauer untersucht werden.
- AP3: In den nächsten Monaten soll überprüft werden, inwieweit sich in Nachkommen bestrahlter Zellen im Vergleich zu unbestrahlten Kontrollzellen die ATP Menge im Verlauf der Kultivierung (d. h. mit fortschreitendem Zellalter) verändert.
- AP4: Die Röntgenlangzeitexperimente, die wegen einer Mykoplasmeninfektion abgebrochen werden mussten, werden wiederholt. Da zu erwarten ist, dass sich in den Langzeitkulturen nur wenige Zellen mit veränderter Telomerlänge durchsetzen, muss die Methode der Einzellanalyse weiter optimiert und automatisiert werden.
- AP5: Es ist geplant, das Zellüberleben, die Apoptoserate und die Seneszenzinduktion in normalen Prostataepithelzellen nach Bestrahlung mit Kohlenstoffionen mit und ohne Selenitvorbehandlung zu untersuchen und mit den Werten für Prostatakarzinomzellen zu vergleichen. Darüber hinaus wird der antioxidative Status der Zelllinien bestimmt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Durante M. et al., *Radiat. Res.* 174, 20-26 (2010).
 Hartel, C. et al., *Oncol. Radiother Oncol* 95, 73-78 (2010).
 Hille, A. et al., *Radiat. Environ. Biophys.* 49, 27-37 (2010).
 Lee, R. et al., *Mutat. Res.* 701, 52-59 (2010).
 Pignalosa, D et al., *Radiat. Res.* 174, 14-19 (2010).
 Zahnreich, S. et al., *Mutat. Res.* 701, 60-66 (2010).

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 31.12.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 583.747,00 EUR	Projektleiter: Dr. Jurkin	

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

- 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

Das Hauptaugenmerk der experimentellen Tätigkeiten wurde einerseits auf die Bestimmung von Tritium-Separationsfaktoren bisher nicht erprobter Elektrodenkombinationen (W/Pt, Ag/Pt) gelegt, andererseits auf die Prüfung der Reproduzierbarkeit vor allem jener Elektrolyseversuche mit Elektrodenkombinationen mit hohen Separationsfaktoren ($\beta > 25$). Letztere Untersuchungen dienten zudem der Überwachung der Konstanz der systemspezifischen Wasserstoffisotopen-Trennleistung über einen längeren Zeitraum hinweg.

Mit Hilfe eines oktabipolaren Elektrolyseaufbaus wurde zunächst die Kombination von Platinanoden mit Wolframkathoden untersucht und ein elektrodenmaterialspezifischer Separationsfaktor von $\beta = 19 \pm 1$ ermittelt, welcher mit jenem des chemisch verwandten Systems Pt-Anode/Mo-Kathode vergleichbar ist ($\beta = 21$). Ein weiteres bisher nicht untersuchtes System stellt die Kombination Pt-Anode/Ag-Kathode dar. Hier wurde unter Verwendung des oktabipolaren Aufbaus ein elektrodenmaterialspezifischer Separationsfaktor von $\beta = 12 \pm 3$ berechnet.

Zur Vorbeugung von eventuellem Materialverschleiß während der Langzeitexperimente gingen den Untersuchungen an Elektrodenkombinationen mit hohen Separationsfaktoren eine umfassende Überholung der acht Zellkompartimente einschließlich neuer Verklebung der Plexiglas- und Edelstahlkomponenten und Dichtigkeitsprüfungen voraus. Anschließend wurde erstmals der Tritium-Separationsfaktor des Systems Pt-Anode/Fe-Kathode im oktabipolaren Aufbau unter kontinuierlicher Feed-Zufuhr und einer Elektrolysedauer von etwa 46 Tagen zu $\beta = 29 \pm 2$ ermittelt. Dieser Wert ist in hervorragender Übereinstimmung mit Daten aus diskontinuierlichen Experimenten ($\beta = 31$) und ein Indiz für gute Reproduzierbarkeit der bis dato angewandten Elektrolyseversuche.

Eine analoge, kontinuierliche Versuchsanordnung ist derzeit mit dem System Pt-Anode/Ni-Kathode in Betrieb.

4. Geplante Weiterarbeiten

Insbesondere bei Elektrodensystemen mit hohen Tritium-Separationsfaktoren besteht eine signifikante Diskrepanz zwischen theoretischen Berechnungen (Y. Ogata et al. Fusion Sci. Technol. **2005**, 48, 136-139) und experimentellen Daten aus Batch-Experimenten. Es gilt daher zu prüfen, ob diese Abweichungen auf systemspezifischen, nicht reproduzierbaren Schwankungen beruhen oder das von Ogata et al. vorgeschlagene Modell lediglich für $\beta < 15$ belastbare Ergebnisse liefert. Die laufenden (System Pt-Anode/Ni-Kathode) und kurzfristig geplanten Experimente (Pt-Anode/Mo-Kathode) sind auf die Klärung dieser Fragen ausgelegt (Update AP2).

Ferner ist es gegebenenfalls möglich abzuschätzen, ob Molybdän oder Nickel trotz erheblich höherer Beschaffungskosten gegenüber Eisen (mit den bislang höchsten gemessenen systemspezifischen β) bei längerfristigem Betrieb wirtschaftliche Alternativen darstellen können (AP7).

Die Dokumentation der Experimente erfolgt laufend und wird im Rahmen eines Abschlussberichts zusammengefasst. Die Veröffentlichung ausgewählter Versuchsergebnisse in einer Fachzeitschrift ist ebenfalls vorgesehen (AP8).

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: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
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

Nunmehr steht uns ein Stamm von *Schizophyllum commune* zur Verfügung, der wie gewünscht die heterologe Rekombination im Vergleich zur homologen Rekombination nach Transformation in weit geringerem Masse nutzt. Damit werden Mutationsanalysen in *Schizophyllum* möglich, die uns Zugang zu Genen der Uraufnahme bieten können. Die Daten zur Analyse von Uran in Pilzen aus der ehemaligen Uranbergbauregion Ronneburg hat deutlich unterschiedliche Transferfaktoren gezeigt, die einerseits artspezifisch zu sein scheinen, andererseits aber auch zwischen Fruchtkörpern derselben Spezies divergieren. Dies macht eine genetische Komponente wahrscheinlich, die wir nur in einem vollständig sequenzierten Modellorganismus identifizieren können. Um einen weiteren Zugang zu Proteinen von *Schizophyllum* zu haben, werden wir auch das Proteom untersuchen.

In einem weiteren Projekt wurde ein Transporter aus der Familie der MATE-Proteine aus *Schizophyllum* auf seine unterschiedliche Expression hin getestet, wenn der Pilz auf Medien mit Sickerwasser aus der Region der ehemaligen Uranlaugungshalde Gessen im Ronneburger Revier gezogen wurde. Hier zeigte sich, dass verschiedene Transporter einen Einfluss zeigen. Der MA-

TE-Transporter war interessant, weil er in einem anderen Basidiomyceten, *Tricholoma vaccinum*, in der Lage ist. Schwermetalle, aber auch Xenobiotika unterschiedlicher Ladung und Größe aus der Zelle zu transportieren. Diese Untersuchungen wurden durch heterologe Expression in der Bäckerhefe, *Saccharomyces cerevisiae*, stark erleichtert. Damit haben wir also ein experimentelles System etabliert, mit dem auch die entsprechenden Proteine aus *Schizophyllum commune* analysiert werden können. Der Transport mittels MATE-Proteinen erfolgt als Protononen. Antiport, was wir durch Hemmung mit CCCP darstellen konnten. Der Effekt auf die Ausscheidung von Xenobiotika wie dem Farbstoff DAPI, der Nukleinsäuren anfärbt, konnte in *Schizophyllum* genauso wie in *Tricholoma* gezeigt werden.

Die hohe Uran-Aufnahmekapazität von *Schizophyllum commune* (Durchführung von Sorptionsexperimenten mit unterschiedlichen Urankonzentrationen und entsprechend unterschiedlicher Uran-Ausgangsspeziation im pH Bereich von 4-7) wurde genutzt, um fluoreszenzspektroskopische Untersuchungen (TRLFS) an Pilzproben in Analogie zu den Untersuchungen an uranhaltiger *Arthrobacter*-Biomasse durchzuführen. Auch hier ergaben sich auf den ersten Blick deutliche Unterschiede zwischen den U(VI) Spezies in den mineralischen Ausgangsmedien und der sich bildenden Spezies an/in der Pilzzelle. Des Weiterem wurden für eine strukturelle Charakterisierung der sich bildenden Uran-Pilzspezies am Ende dieses Berichtszeitraums röntgenabsorptionsspektroskopische Messungen (EXAFS) durchgeführt und befinden sich wie auch alle Lumineszenzspektren in der genauen Auswertung.

4. Geplante Weiterarbeiten

Abschluss der Arbeiten und Erstellung des Berichtes.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Schmidt A, Gube M, Schmidt A, Kothe E. 2009. In silico analysis of nickel containing superoxide dismutase evolution and regulation. *J Basic Microbiol.* 49, 109-118.

Schmidt A, Haferburg G, Schmidt A, Lischke U, Merten D, Gherghel G, Büchel G, Kothe E. 2009. Heavy metal resistance to the extreme: *Streptomyces* strains from a former uranium mining area. *Chem. Erde – Geochem.* 29 S2, 35-44.

Walter A, Erdmann S, Bocklitz T, Jung E-M, Vogler N, Akimov D, Dietzek D, Rösch P, Kothe E, Popp J. 2010. Analysis of the cytochrome distribution *via* linear and nonlinear Raman spectroscopy. *Analyst* 135, 908-917.

Raudaskoski M, Kothe E. 2010. Basidiomycete mating type genes and pheromone signaling. *Euk. Cell* 9, 847-859.

Dimkpa C, Svatoš A, Kothe E. 2010. Microbial auxins and siderophores: promoting plant growth by biofertilization and bioprotection. In: *Resource Management towards sustainable agriculture and development* (Behl RK, ed.). Agrobios Publishers, Jodhpur, India. In press.

Asiimwe T, Krause K, Schlunk I, Kothe E. 2010. Ectomycorrhiza in sustainable ecosystem functioning: A closer look at the symbiotic association. In: *Resource Management towards sustainable agriculture and development* (Behl RK, ed.). Agrobios Publishers, Jodhpur, India. In press.

Haferburg G, Kothe E. 2010. Metallomics: lessons for metalliferous soil remediation. *Appl Microbiol Biotechnol.* 87, 1271-1280

Ohm RA, de Jong JF, Lugones LG, Aerts A, Kothe E, Stajich JE, de Vries RP, Record E, Levasseur A, Baker SE, Bartholomew KA, Coutinho PM, Erdmann S, Fowler TJ, Gathman AC, Lombard V, Henrissat B, Knabe N, Kües U, Lilly WW, Lindquist E, Lucas S, Magnuson JK, Piumi F, Raudaskoski M, Salamov A, Schmutz J, Schwarze FWMR, van Kuyk PA, Horton JS, Grigoriev IV, Wösten HAB. 2010. Formation of mushrooms and lignocellulose degradation encoded in the genome sequence of *Schizophyllum commune*. *Nature Biotech.*, in press Online-Erscheinungsdatum 11.7.2010.

Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 8528
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2008 bis 28.02.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 353.152,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Büchel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Projektvorhaben baut auf den Erkenntnissen und technischen Installationen des BMBF-Projektes „**Kontrolle biologischer** Untersuchungen bei der Dekontamination heterogener, schwach radioaktiv kontaminierter **Geosubstrate** für die Strahlenschutzvorsorge“ (KOBIOGEO, Förderkennzeichen 02S8294) auf.

Im aktuellen Projektvorhaben soll eine Strahlenschutz-Vorsorge durch „Bioremediation“ von ehemals bergbaulich beeinflussten Bodenoberflächen, die ein radiotoxisches Verstärkungspotential durch das kombinierte Auftreten von Radionukliden und Schwermetallen aufweisen, erreicht werden.

Dabei soll der Remediationserfolg gegenüber bisher bekannten Verfahren der Phytoremediation durch biochemische und biologische Zusatzpräparate sowie eine Steigerung des genetischen Potentials durch eine gezielte Wahl von Phytoakkumulatoren und Phytoexkludern verbessert werden. Innerhalb dieses Verbundvorhabens sollen auch Wege zur Verwertung der schadstoffbelasteten Pflanzenreste nach der Ernte aufgezeigt werden, was der Minimierung von Abfällen, der Energiegewinnung und dem stofflichen Recycling dient (Projektteil TU Dresden).

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen werden durch die Installation von Lysimetern, Grundwassermessstellen und bodenhydrologischen Messplätzen (Sickerwassermessstellen, automatische Probennehmer) auf einem neu eingerichteten Teil des Testfeldes „Gessenwiese“ in Ostthüringen die Stoffflüsse und Frachten der Radionuklide/Schwermetalle (R/SM) im System Pflanze-Boden-Wasser unter dem Einsatz verschiedener biologischer Additive bilanziert. Um die Möglichkeiten der Phytoremediation abschätzen zu können, werden Redoxbedingungen quantifiziert und Transportmechanismen von R/SM identifiziert und charakterisiert.

Auf Grundlage von Topfversuchen werden spezifische Pflanzenmuster (Genotypen/Diversität) von R/SM-Akkumulatoren mit hoher Biomasseproduktion charakterisiert. Durch biologische und biochemische Zusatzpräparate werden die Resistenzmechanismen der Pflanzen gegenüber R/SM aktiviert und modifiziert.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Laborversuche

Es wurden Keimversuche mit den in der Literatur beschriebenen Exkluderpflanzen *Festuca rubra*, Mais und *Sorghum bicolor* durchgeführt. Dabei wurde das Saatgut mit den biochemischen Additiven Bor-2-Aminoethanol und Cholin in unterschiedlichen Konzentrationen behandelt. Die Ergebnisse der Keimversuche mündeten in einen laufenden Gefäßversuch zur Radionuklid/Schwermetallstabilisierung. Mit Mono- und Polykulturen der Exkluderpflanzen, den genannten biochemischen Additiven und dem Mycorrhiza-/Streptomyceszusatz wird untersucht, inwieweit eine Stabilisierung/Immobilisierung des R/SM-Pools erzielt werden kann. In einem weiteren Gefäßversuch wird der individuelle Einfluss von Bodenbehandlung und den Genotypen Sonnenblume, Indischer Senf und *Triticale* als Monokultur auf die R/SM-(Im)Mobilisierung sowie das Extraktionspotential von Mycorrhiza und/oder Streptomyces untersucht.

Testfeld Gessenwiese

Nach einer NPK-Düngung im Vorjahr wurde in dieser Saison eine Wintergründung als Versorgungsvariante untersucht. Die Leguminose *Vicia Faba* (Winterackerbohne) wurde auf allen Versuchspartellen angebaut, nach 5 Wochen in den Boden eingearbeitet sowie einzelne Pflanzenkompartimente analysiert. Die drei 2009 angewendeten Bodenbehandlungsstrategien wurden wiederholt. Im Folgenden wurden Indischer Senf und *Triticale* auf den Subplots und den Lysimetern ausgesät. Die Pflanzen wurden während verschiedener Wachstumsstadien geerntet und werden chemisch charakterisiert. Vor der Aussaat erfolgten Bodenuntersuchungen (pH, sequentielle Extraktion, N), deren Ergebnisse mit denen nach der Ernte verglichen werden. Die hydrochemischen Stichtagsbeprobungen wurden für Grundwasser, Sickerwasser und Bodenwasser im April und Juni 2010 durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Laborversuche

Im Folgenden werden Keim- und Gefäßversuche mit den winterfesten Genotypen Winterraps und Winterackerbohne durchgeführt, bei denen mittels Fluoreszenzmessungen die Stresstoleranzen abgeschätzt werden sollen. Weiterhin werden vorbereitend auf die nächste Saison Exkluderpflanzen auf ihr Stabilisierungspotential geprüft.

Testfeld Gessenwiese

Nach der Ernte erfolgt eine Bilanzierung der R/SM hinsichtlich Frachten und Stoffflüsse (g/ha). Weiterhin wird das Remediationspotential der Genotypen hinsichtlich Biokonzentrations- (BCF) und Translokationsfaktor (TF) abgeleitet und mit den Ergebnissen des Vorjahres abgeglichen. Zusätzlich zur ersten Vegetationsperiode wird eine zweite Aussaat mit den biomassestarken Pflanzen *Triticale* und Winterraps erfolgen, um die Abschöpfung des R/SM Pools im Substrat zu erhöhen. Anschließend erfolgt die Aussaat winterfester Pflanzen wie *Vicia Faba* oder Wintertriticale zur Stabilisierung des Nährstoffangebotes im Boden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

MIRGORODSKY, D., OLLIVIER, D., MERTEN, D., BÜCHEL, G., BERGMANN H.†, WILLSCHER, S., WITTIG, J., JABLONSKI, L., WERNER, P. (2010): Maßnahmen zur Straßenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST). 61. Berg- und Hüttenmännischer Tag 2010, Rekultivierung im Bergbau, Freiburger Forschungshefte, C534, S.86-91. TU Bergakademie Freiberg.

OLLIVIER, D., MIRGORODSKY, D., MERTEN, D., BÜCHEL, G. (2010): Improvement of phytoremediation of a former uranium mining site by soil amendments. Scientific Reports on Resource Issues 2010, Vol. 3, S.55-63, TU Bergakademie Freiberg.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8538
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließender Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2008 bis 30.04.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 461.386,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Werner	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im geplanten Vorhaben sollen sanfte, bioverträgliche Methoden für eine langfristige Sanierung von schwach oder moderat mit SM/R belasteten Großflächen zum Einsatz kommen. Weitere Ziele des geplanten Verbundvorhabens bestehen in einer stofflichen Bilanzierung der SM/R im System Boden-Grundwasser-Pflanze und der Untersuchung des Einflusses geochemischer Barrieren sowie der Findung von Wegen zur Verwertung der schadstoffbelasteten Pflanzenreste nach der Ernte. Als Lösungsansatz zur Verwertung des belasteten Pflanzenmaterials soll eine biotechnische Entfrachtung untersucht werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Grundlagenuntersuchungen der Entfrachtung von verschiedenem Pflanzenmaterial
- AP2: Analytik der Metalle in den Stoffströmen aus den Entfrachtungs- und Verwertungsversuchen
- AP3: Untersuchung verschiedener Prozessparameter der Entfrachtung
- AP4: Durchführung von Grundlagenversuchen zur Vergärung
- AP5: Orientierende Versuche zur Entfrachtung des Pflanzenmaterials im Reaktormaßstab
- AP6: Optimierung der Reaktorversuche zur Entfrachtung
- AP7: Entwicklung von Verfahrensvorschlägen

Das hier dargestellte Untersuchungsprogramm entspricht dem Programm, das im Projektantrag bereits ausführlich dargestellt wurde.

Der Balkenplan entspricht dem Zeitplan, der zum 01.08.2008 (nach Änderungen durch Kürzungen bei der Abfallwirtschaft) an den Projektträger eingereicht wurde.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Pflanzenversuche auf dem Testfeld Gessenwiese

Anpflanzung von *Helianthus tuberosus* (Sorten Rubik und Albik, Zugabe von verschiedenen Düngemitteln) auf dem Testfeld sowie eine Anpflanzung von *Solanum tuberosum* (Sorte Prestige) mit verschiedenen Zuschlägen von Kompost und NPK-Dünger auf den Subplots im März 2010. Trotz schlechter Bodenqualität auf dem Testfeld und trotz der diesjährigen großen Trockenheit gutes Pflanzenwachstum; Verbesserung der Bodenstruktur ist zu beobachten.

Analytik der Metalle in den Pflanzen sowie in den Stoffströmen aus den Entfrachtungs- und Verwertungsversuchen (AP1+2)

- Weiterführung der Analytik des beladenen Pflanzenmaterials
- Analytik der Proben aus den Biogasversuchen, aus den Versuchen zur thermischen Verwertung, aus den Topf- und Feldversuchen sowie aus den Untersuchungen zur Bindung der SMR an das beladene Pflanzenmaterial

Keim- und Pflanzenversuche in SMR-dotierten Böden bzw. in Testfeldboden

Durchführung von Topfversuche

- mit SMR-dotiertem Boden bei verschiedenen pH-Werten und mit Helianthus tuberosus zur Untersuchung der SMR-Mobilität und -Aufnahme durch die Pflanzen.
- mit Helianthus tuberosus in Testfeldboden mit verschiedenen Bodenverbesserern und Komplexbildnern zur Verbesserung des Pflanzenwachstums bzw. der SMR-Extraktion.
- Keimversuche mit Beta vulgaris in Testfeldsubstrat mit Kompost und Sand als Bodenverbesserer. Bei einem pH-Wert von 5.39 Keimungsfähigkeit von 83 % erreicht.

Durchführung von Versuchen zur alkoholischen Gärung von SMR-belasteten Pflanzen

- Weitere Durchführung von Gärversuchen mit Triticale- Schrot aus den Testfeldversuchen: Einsatz der Substrate TF III, TF I, SM II, Monokultur, und Baltico (zum Vergleich)
- Analytische Ermittlung des Düngewertes der Schlempe (Analyse des Gehaltes an Makroelementen).

Durchführung von Biogasversuchen mit SMR-beladenem Pflanzenmaterial vom Testfeld (AP4)

- Der Biogas-Faulschlamm stellt eine Senke für die SMR aus dem beladenen Pflanzensubstrat dar (Cd, Mn für Brassica juncea; Al, Cr, Fe, Ni, As, Pb, U für Triticale (Wurzeln)).
- Durchführung weiterer Biogas-Versuche mit Helianthus annuus vom Testfeld (Ernte 09/2009), beste Biogas-Ausbeute mit Mischsubstrat, 163NL/kg org. TS

Durchführung alternativer Verbrennungsversuche (AP5)

- Versuche zur Veraschung und Heizwertbestimmung mit Brassica juncea, Triticale und Helianthus annuus vom Testfeld wurden durchgeführt. Durch eine Veraschung des Pflanzenmaterials kommt es zur Anreicherung von SMR in den Aschen (U bis 5.8 mg/kg).
- Die Verteilung der SMR in den verschiedenen Stoffströmen bei der Verbrennung wurde untersucht: Akkumulation von U in den Aschen zu 70-99 % (abhängig vom Verbrenn.-gut)

Untersuchung der Bindung der SMR an das beladene Pflanzenmaterial aus der Ernte 2009

- Triticale: Bindung von U (bis 42 %) an organische Komplexbildner in der Pflanze, bis 70 % des U können durch reduzierende Prozesse aus dem Pflanzenmaterial freigesetzt werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Nächste Pflanzenernte auf dem Testfeld (Brassica juncea, Triticale) ab August 2010, danach weitere Aufarbeitung des Pflanzenmaterials

5. Berichte, Veröffentlichungen

Ein gemeinsames Poster und Vorträge erfolgten beim 61. Berg- und Hüttenmännischen Tag 2010 an der TU BA Freiberg, eine Veröffentlichung im Sonderband „Rekultivierung im Bergbau“, Freiburger Forschungsforum, 61. Berg- und Hüttenmännischer Tag 2010, TU BA Freiberg, Hrsg. C. Drebenstedt, S. 86-91 sowie ein Beitrag bei der Tagung „Geobiotechnologie heute“ in Freiberg am 02.06.2010.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8548
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2008 bis 31.10.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 349.347,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufbauend auf ersten Grundlagenversuchen wird ein kompakter Manipulator gebaut werden, der 2-dimensional an Wänden und Decken klettern kann und dabei Anbaugeräte mitführt. Durch eine entsprechende Fernbedienung wird das Anbaugerät - im Rahmen dieses Verbundprojekt ein Laser - einen definierten Arbeitsbereich autark bearbeiten, bzw. dekontaminieren können. Das Gesamtsystem wird durch einen ferngesteuerten Wagen bewegt werden können.

Das Vorhaben MANOLA baut als Folgevorhaben auf dem Vorhaben AMANDA auf und wird in Zusammenarbeit mit der TU Dresden - Teilbereich Laser - realisiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Bedarfsanalyse – Einwirkende Kräfte; Bewegungsabläufe
- AP2: Grundlagenuntersuchungen – Gewichtsreduzierung; Vakuumpplatten
- AP3: Simulationsstudien – Kinematik und Konstruktion Grundträgersystem
- AP4: Bau Grundmodul – Bau des durch AP1 bis 3 definierten Grundmoduls
- AP5: Versuchsphase – Versuche zur Steuerung bzw. Bewegungsabläufe
- AP6: Transportwagen – Entwicklung und Bau des Transportwagens
- AP7: Positionserkennung – Automatisierte Positionserkennung
- AP8: Intelligente Steuerung – Erfassung Oberfläche; Erfassung Störungen
- AP9: Messergebnisse – Erfassung von Messergebnissen; Visualisierung
- AP10: Testphase und Praxiseinsatz – Testphase ohne Anbaugerät
- AP11: Testphase und Praxiseinsatz – Testphase mit Anbaugerät
- AP12: Schlussbericht – Zusammenfassung wissenschaftlicher Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP4: Bau Grundmodul

Es wurde mit dem Bau des Grundmoduls begonnen. Aufgrund von Tests wurde festgestellt, dass bestimmte mechanische Komponenten die erwünschten Ergebnisse nicht zufriedenstellend lieferten. Demzufolge mussten Anpassungen an der Konstruktion des Trägersystems vorgenommen werden. Dies ist ein aufwändiger und vor allem zeitintensiver Vorgang. Aufgrund von Neuplanungen und Neuberechnungen konnte das Arbeitspaket 4 „Bau Grundmodul“ noch nicht vollständig abgeschlossen werden.

AP5: Versuchsphase

Im Rahmen der Versuchsphase wurden Tests zu einzelnen Komponenten durchgeführt. Dabei wurden unter anderem, im Hinblick auf die intelligente Steuerung, die Einstellungen der Motoren sowie das Schaltverhalten der pneumatischen Ventile untersucht.

Es wurden erste Versuche durchgeführt, um das Trägersystem und die dabei verwendeten Saugplatten auf einer senkrechten Betonoberfläche zu testen. Hierfür wurden Fertigteileplatten verwendet, die zu einer 3-D Betonstruktur zusammengesetzt wurden.

Zudem wurden die Einzelabläufe der Manipulator-Komponenten auf ihre mechanischen Eigenschaften hin untersucht. Wie bereits beschrieben, musste auf Basis dieser Versuche das Trägersystem modifiziert werden.

AP6: Transportwagen

Um eine mobile Auslegung des Gesamtsystems MANOLA gewährleisten zu können, wurde mit der Entwicklung und dem Bau eines ferngesteuerten Transportwagens begonnen. Die Entwicklung und Konstruktion ist abhängig von AP 4 „Bau Grundmodul“. Dadurch ist auch hier mit einer Verzögerung im Ablauf zu rechnen, die aber im weiteren Projektverlauf wieder aufgeholt werden kann.

AP8: Intelligente Steuerung

Entsprechend der entwickelten intelligenten Steuerung wurde in diesem Berichtszeitraum in Teilen die gemäß Steuerungskonzept vorgesehene Hardware, unter Anwendung des entwickelten Programmcodes, aufgebaut und getestet sowie zum Teil weiterentwickelt bzw. angepasst. Dieses betrifft, neben verschiedenen Antrieben und Sensoren, unter anderem auch die Pneumatik- und Vakuumkomponenten.

AP9: Messergebnisse

Die Erarbeitung der automatischen Erfassung, Dokumentation und Weitergabe von Mess- und Arbeitsergebnissen mit zweidimensionaler Visualisierung wurde in Abstimmung mit dem Aufbau der intelligenten Steuerung weitergeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im folgenden Berichtszeitraum werden der Bau des Transportwagens sowie die Versuchsphase weitergeführt. Aufgrund der Komplexität des Projektes ist es erforderlich, weitere Erkenntnisse über das Zusammenspiel aller Komponenten zu erhalten. Gegebenenfalls werden Anpassungen an der Konstruktion des Trägergerätes vorgenommen, sofern dieses aufgrund der Ergebnisse aus der weiteren Versuchsphase erforderlich wird. Im Zuge der Montage der Hardware auf dem Trägergerät und der Zusammenführung aller Komponenten (Aktuatoren, Sensoren, etc.) wird der Programmcode weiterentwickelt und entsprechend den Ergebnissen aus der Versuchsphase angepasst. Zudem wird das Arbeitspaket Messergebnisse weitergeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Im Rahmen des Workshops „Robotic Interventions in Hostile Environments“ der Groupe Intra in Fontevraud L'Abbaye / Frankreich wurde das Projekt MANOLA mit einem schriftlichen Beitrag und einem Vortrag präsentiert.

Auf der „Seventh International Conference On Informatics in Control, Automation and Robotics“ in Funchal / Portugal, wurde mit einem schriftlichen Beitrag und einer Poster-Präsentation das Projekt MANOLA sowie schwerpunktmäßig der Aufbau der Steuerung von MANOLA erfolgreich vorgestellt. Gemeinsam mit unserem Projektpartner der TU Dresden, wurden in einem schriftlichen Beitrag und einer Präsentation die bis dato erreichten Forschungsergebnisse des Projektes MANOLA dem interessierten kerntechnischen Fachpublikum auf der Jahrestagung Kerntechnik 2010 in Berlin vorgestellt.

Auf einem eigenen BAUMA 2010 Messestand wurde von unserer Abteilung Technologie und Management des Rückbaus kerntechnischer Anlagen unter anderem das Projekt MANOLA erfolgreich vorgestellt.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8558
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2008 bis 30.06.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 438.813,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Hurtado	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Es ist das Ziel der Projektarbeiten, die an der TU Dresden entwickelte laserbasierte Dekontaminationstechnologie mit einem fernsteuerbaren Manipulatorsystem zu kombinieren, so dass das Verfahren für die industrielle Anwendung tauglich wird. Verbundpartner: Universität Karlsruhe, Prof. Technologie und Management des Rückbaus kerntechnischer Anlagen (Manipulatorsystem).

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Bedarfsanalyse: Festlegen der technischen Anforderungen an den manipulatorgetragenen Laserarbeitskopf
- AP2: Grundlagenuntersuchungen: Ermittlung der optimalen Auslegung des 10-kW-Arbeitskopfes, der Sensorik und der Fernbedienelemente
- AP3: Codeentwicklung: Weiterentwicklung der Simulationssoftware für die Interaktion Laser – Betonwand und der Abtragsprozesse
- AP4: Bau Laserbearbeitungskopf: Fertigung des Arbeitskopfes
- AP5: Bau Sensorik: Fertigung der Sensorik für den Laserarbeitskopf
- AP6: Versuchsphase: Experimentelle Untersuchung der Funktionalität des Abtrags- und des Sensorsystems
- AP7: Positionserkennung: Entwicklung und Implementierung der Abtragstiefenerkennung
- AP8+9: Intelligente Steuerung und Messwerterfassung: Implementierung einer intelligenten Prozesssteuerung, Erfassung und Dokumentation der Arbeitsergebnisse
- AP10+11: Testphase: praxisnahe Erprobung der Einzelkomponenten und des Gesamtsystems
- AP12: Schlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Die Literaturrecherche wurde im Hinblick auf weitere Entwicklungen im Bereich der Laserdekontamination und Anforderungen an ein solches System fortgeführt. Sowohl aus der Literaturrecherche als auch aus Anfragen aus der Industrie zeigt sich, dass ein verstärktes Interesse an einem laserbasierten Abtragen von Dekontaminations-Lackschichten im Rahmen der Gesamtdekontamination besteht. Diese zusätzliche

Fragestellung wird zurzeit hinsichtlich ihrer Integrationsfähigkeit in den Laserabtragsprozess analysiert.

- AP2: Die Grundlagenuntersuchungen werden parallel zu den anderen Arbeitspaketen weitergeführt. Die Optimierungsmatrix wird kontinuierlich erweitert.
- AP3: Für die Erstellung eines geeigneten Modells wurden die Stoffdaten für Beton und verschiedene Zuschlagstoffe ermittelt. Die Stoffwerte für die Wechselwirkung zwischen Laser und Beton (Absorptions-, Transmissions- und Reflexionskoeffizient) wurden mit Hilfe von Experimenten präzisiert. Die Untersuchungen erfolgten für Strahlung mit einer Wellenlänge von 808 nm bei Umgebungsbedingungen. Diese Messungen bestätigten noch einmal, dass keine Transmission in den ungeschmolzenen Beton stattfindet.
- AP5: Die Planung der Steuerung für die Sensorik ist abgeschlossen. Die programmtechnische Erstellung der Auswerte- und Steuersoftware erfolgt zurzeit.
- AP6: Die Tests mit Proben aus dem KKW Würzgassen sind abgeschlossen. Es konnte gezeigt werden, dass das Verfahren auch auf Originalbeton aus kerntechnischen Anlagen anwendbar ist. Aufgrund der speziellen, calcitischen Betonzusammensetzung ist weniger Energie für das Ablösen der Oberfläche notwendig als bei den bisher untersuchten, vorwiegend quarzitären Proben. Bei einer Abtragstiefe von 3 mm betrug die erreichte Abtragsrate 1,4 m²/h. Ein weiteres Untersuchungsfeld ist der Abtrag von Dekontaminationsschichten wie sie in kerntechnischen Anlagen Verwendung finden. Problematisch ist hierbei die Belastung mit polychlorierten Biphenylen (PCB), wie sie in den Beschichtungen der älteren KKW als Weichmacher eingesetzt wurden. Versuche mit PCB-freiem Lack auf Epoxidbasis zeigten die prinzipielle Machbarkeit des Abtrags mittels Lasertechnologie.

4. Geplante Weiterarbeiten

Weiterführung der Arbeiten laut Arbeitsplan. Schwerpunkte sind:

- Fortführung der Arbeiten zum mathematischen Modell zur Beschreibung des Aufschmelzens des Betons auf Grundlage der ermittelten Stoffwerte von Beton und den Wechselwirkungen von Laserstrahlung und Betonoberfläche (AP3).
- Programmtechnische Umsetzung der Steuerung für den Arbeitskopf und anschließende Erprobung in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern (AP5).
- Fortführung der Versuche mit Beton und Dekontaminationsschichten. Modifikationen des Arbeitskopfs, aufbauend auf den Erkenntnissen aus diesen Versuchen (AP6).
- Untersuchungen zum Abtrag von Schutzlacken von Oberflächen, wie er in KKW üblicherweise eingesetzt wurde (AP6).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag auf KONTEC 2009, Vortrag auf ICONTEC 2009, Vortrag auf JTK 2010.

Auftragnehmer: GRS, Schwertnergasse 1, 50667 Köln		Förderkennzeichen: 02 S 8578
Vorhabensbezeichnung: Strahlenschutzaspekte bei der Auswahl von Abbau- und Dekontaminationstechniken		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2008 bis 31.12.2010	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtkosten des Vorhabens: 312.611,00 EUR	Projektleiter: Dr. Kaulard	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des vorliegenden Vorhabens ist es, strahlenschutzrelevante Informationen und Erfahrungen beim Einsatz gängiger Abbau- und Dekontaminationstechniken – schwerpunktmäßig in deutschen Stilllegungsprojekten – zu sammeln, aufzubereiten und als Fachbericht bereitzustellen. Aufbauend auf den deutschen Erfahrungen wird der Fachbericht darüber hinaus einen generischen Prozess zur Auswahl einer konkreten Technik beschreiben, so dass der Fachbericht insgesamt als Orientierungshilfe bei der Auswahl von Abbau- und Dekontaminationstechniken mit Schwerpunkte Aspekte des Strahlenschutzes dient.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Durchführung des Projektes erfolgt in sieben Arbeitspaketen (AP). Diese werden entsprechend ihren Abhängigkeiten sequentiell oder parallel bearbeitet. Folgende Arbeitspakete sind vorgesehen:

- AP1: Literaturrecherche
- AP2: Festlegung der strahlenschutzrelevanten Aspekte bei Abbau- und Dekontaminationstechniken („Datenerfassungsbögen“)
- AP3: Erfassung strahlenschutzrelevanter Erfahrungen beim Einsatz von Abbau- und Dekontaminationstechniken („Datenerfassung in der Praxis“)
- AP4: Auswertung der strahlenschutzrelevanten Daten und Erfahrungen
- AP5: Erstellung des Fachberichts
- AP6: Aufbau und Betreuung eines Unterstützernetzwerkes
- AP7: Verfolgung nationaler und internationaler Entwicklungen

Erläuterung zu AP6: Durch einen intensiven Erfahrungs- und Informationsaustausch mit Beteiligten deutscher Stilllegungsprojekte soll ein hoher Praxisbezug des Fachberichts und eine möglichst umfassende Berücksichtigung deutscher Erfahrungen erreicht werden. Hierzu wird ein so genanntes „Unterstützernetzwerk“ aufgebaut, in dem Informationen zum Vorhaben und zu wichtigen Fachfragen in Form von E-Mail, einer Internetplattform und Workshops ausgetauscht werden sollen.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Beendet.

AP2: Beendet.

AP3: Die Erfassung relevanter Daten wurde im ersten Halbjahr 2010 fortgesetzt. Es zeigte sich hierbei, dass im Allgemeinen strahlenschutzrelevante Daten (z. B. Expositionsdaten) nicht bezogen auf die eingesetzten Techniken, sondern bezogen auf Abbaugewerke erfasst werden. Entsprechend zeichnet sich ab, dass der Umfang der verfügbaren Daten geringer ausfallen wird, als ursprünglich angenommen. In diesem Sinne werden die zusammengestellten Daten stärker beispielhaften Charakter besitzen und die Aussagen zu den verschiedenen Abbau- und Dekontaminationstechniken untermauern.

AP4: Die Auswertung der bisher verfügbaren Daten wurde in enger Kopplung zu den Arbeiten des AP 3 fortgesetzt und in Vorbereitung der Erstellung eines ersten Arbeitsentwurfes zum Fachbericht aufbereitet.

AP5: Im Berichtszeitraum wurde ein erster Arbeitsentwurf zum Fachbericht erstellt. Thematisch wurden hierbei der generische Auswahlprozess beschrieben und strahlenschutzrelevante Eigenschaften gängiger Abbau- und Dekontaminationstechniken systematisch zusammengestellt. Der Arbeitsentwurf diente unter anderem als Grundlage für einen Workshop mit Vertretern deutscher und dänischer Stilllegungsprojekte (siehe AP 6).

AP6: Kontakte zu Stilllegungsprojekten wurden weiter ausgebaut. Darüber hinaus fand am 10. Juni 2010 ein Workshop unter Beteiligung verschiedener deutscher und dänischer Stilllegungsprojekte statt. Themenschwerpunkte des Workshops waren der Erfahrungsaustausch zum generischen Auswahlprozess und die angedachte Systematik zu Strahlenschutzaspekten bei Abbau- und Dekontaminationstechniken. Die Ergebnisse des Workshops werden bei der Weiterentwicklung des Fachberichtes berücksichtigt.

AP7: Nationale und internationale Entwicklungen wurden fortlaufend verfolgt. Hierbei wurden u. a. gezielte Recherchen zu strahlenschutzrelevanten Daten durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Auf Antrag des Forschungsnehmers wurde das Projekt kostenneutral bis 31. Dezember 2010 verlängert. Im 2. Halbjahr sind der Abschluss der Sammlung von Strahlenschutzdaten und deren Auswertung vorgesehen. Ebenfalls ist die Fertigstellung des Fachberichts vorgesehen. Voraussichtlich im 4. Quartal ist ein weiterer Workshop vorgesehen, um die vorläufigen Gesamtergebnisse und die Entwurfsfassung des Fachberichts mit interessierten Stilllegungsprojekten zu erörtern.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin		Förderkennzeichen: 02 S 8588
Vorhabensbezeichnung: Handhabungs- und Transportkonzepte zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau: Entwicklung rechnerischer Analysemethoden für stoßdämpfende Strukturen beim Aufprall oder Absturz von Abfallgebinden (ENREA)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2008 bis 31.12.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 656.483,00 EUR	Projektleiter: Dr. Völzke	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Bereitstellung verbesserter Werkzeuge für Beanspruchungs- und Sicherheitsanalysen an Behältern zur unfallsicheren Handhabung radioaktiver Stoffe bei Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen auf Grundlage der lastmindernden Wirkung von stoßdämpfenden Strukturen. Dazu werden maßgebende Werkstoffparameter für typische Stoßdämpferwerkstoffe bei verschiedenen Beanspruchungsgeschwindigkeiten und Temperaturen systematisch experimentell bestimmt. Mit diesen Daten werden Materialmodelle zur numerischen Analyse mittels der Finite Elemente (FE) - Methode entwickelt und implementiert, so dass die präzisere Bestimmung der Beanspruchungen der beteiligten Stoßpartner möglich wird. In zielgerichteten Bauteilversuchen werden schließlich Berechnungsergebnisse verifiziert. Durch die Bereitstellung einer breiten Palette belastbarer Werkstoffparameter sowie validierter Analysemethoden zur präziseren Bestimmung der Beanspruchungen von Behältern können Sicherheitsreserven präzisiert, Konstruktionen optimiert, Kosten gesenkt und Genehmigungs- und Zulassungsverfahren beschleunigt werden.

Eine Zusammenarbeit erfolgt mit der Fa. WTI - Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Jülich als Zuwendungsempfänger des Forschungsvorhabens „Qualifikation und Erprobung von stoßdämpfenden Strukturen zur Optimierung/Reduzierung der Beanspruchung von Verpackungen zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau (QUEST)“, Förderkennzeichen 02 S 8598.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Drucklast-Verformungskennlinien bei konstanten Dehnraten an einem servohydraulischen Stoßprüfstand für Probenwürfel aus PU-Schaum, Dämpferbeton und Holz mit den Parametern Dehnrates, Temperatur, Probengröße und Werkstoffqualität mit und ohne Querdehnungsbehinderung. Vorversuche an Aluminiumquadern.
- AP2: Drucklast-Verformungskennlinien bei veränderlichen Dehnraten am geführten Fallprüfstand für Probenwürfel aus PU-Schaum, Polymerbeton und Holz mit den Parametern Kompressionsgrad, Temperatur, Probengröße und Werkstoffqualität. Vorversuche an Aluminiumquadern.
- AP3: Modellversuche am geführten Fallprüfstand der BAM oder im Freifall mit Dämpferbetonplatten unter Einwirkungen kugelförmiger, zylindrischer und kubischer Aufprallkörper.
- AP4: Begleitende FE – Berechnungen: Erstellung von FE - Strukturmodellen zur Voraus- und Nachberechnung der Versuche; Neu- bzw. Weiterentwicklung und Implementierung von Materialmodellen für FE Systeme.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Durchführung von Stauchversuchen mit Querdehnungsbehinderung unter verschiedenen konstanten Belastungsgeschwindigkeiten bei Raumtemperatur:

- PU-Schaum: Ermittlung von monoton wachsenden Spannungs-Dehnungs-Kurven für die Belastungsgeschwindigkeiten 0,02/0,5/10/200 und 3000 mm/s für Schäume mit zwei unterschiedlichen Dichten; Quantifizierung der Dehnraten- und Dichteabhängigkeit; Identifikation geringer Streuungen innerhalb einer Versuchskonfiguration, die mit Dichteschwankungen korrelieren; Versuche mit unterschiedlichen Probeorientierungen beweisen vernachlässigbare Richtungsabhängigkeit;
- Dämpferbeton: Ermittlung von Spannungs-Dehnungs-Kurven für die Belastungsgeschwindigkeiten 0,02 und 200 mm/s; Identifikation einer signifikanten Dehnratenabhängigkeit, die jedoch aufgrund gleichzeitig hoher Standardabweichungen nicht hinreichend quantifizierbar ist.

Simulation der Stauchversuche an PU-Schaum Proben mit Querdehnungsbehinderung:

- Nachberechnung der quasistatischen Versuche mit zwei Varianten des Materialmodells „Crushable Foam“ der FEM Software Abaqus; Ermittlung einer geeigneten Fließkurve zur Abbildung des Werkstoffverhaltens;
- Sensitivitätsstudien zur Quantifizierung des Einflusses weiterer Materialparameter;
- Ermittlung geeigneter Kennwerte zur Abbildung der dynamischen Verfestigung.

Evaluierung von Neuronalen Netzen als Optimierungsverfahren bei der Identifikation von Materialparametern:

- Implementierung von Abaqus-Routinen zur Generierung von umfangreichen Ein- und Ausgabereaktionen als Datenbasis für das Training Neuronaler Netze (NN);
- Anwendung von NN auf die Identifikation von Fließkurven und Kennwerten zur Erfassung der Dehnratenabhängigkeit; Studien zum Einfluss der Netztopologie von NN auf die Ergebnisse; Identifikation von Maßnahmen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit der NN.

Vorarbeiten und Durchführung von Stauchversuchen mit temperierten Proben:

- Analytische, numerische und experimentelle Untersuchungen zur Bestimmung des Temperaturausgleichsverhaltens von Proben im Klimaschrank und nach Entnahme; Festlegung geeigneter Zeitspannen zur Handhabung und Belastung der Proben;
- Durchführung von Stauchversuchen an PU-Schaum bei +90 °C und -40 °C; Identifikation einer näherungsweise linearen Abhängigkeit der Festigkeit von der Temperatur; Ergebnisse sind nicht sensitiv gegenüber der Dichte der Schaumproben.

Erweiterungen der Versuchseinrichtung / Messtechnik mit begleitenden Untersuchungen:

- Beschaffung, Anwendung und Validierung eines Laser-Wegmessers nach dem Triangulationsprinzip zur Reduzierung des Einflusses der Prüfstandnachgiebigkeit;
- Entwicklung und Evaluierung verschiedener Techniken zur Messung der Kraft senkrecht zur Belastungsrichtung; Einbau und Kalibrierung der Sensoren.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Einsatz eines neuen Messdatenerfassungssystems mit höherer Abtastrate und Auflösung (Beschaffung aus Mitteln des Konjunkturprogramms II durch die BAM);
- Auswahl und Anwendung geeigneter Materialmodelle für Holz und Dämpferbeton;
- Weitergehende Evaluierung von Neuronalen Netzen und alternativen Optimierungsverfahren zur Parameteridentifikation.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Kasperek, E., Scheidemann, R., Zencker, U., Völzke, H.: Neural networks for parameter identification of dynamically loaded polyurethane foams, ECCM 2010 (European Conference on Computational Mechanics) 16.-21.5.10

Zuwendungsempfänger: WTI Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Karl-Heinz-Beckurts-Str. 8, 52428 Jülich		Förderkennzeichen: 02 S 8598
Vorhabensbezeichnung: Qualifikation und Erprobung von stoßdämpfenden Strukturen und Materialien zur Optimierung/Reduzierung der Beanspruchung von Verpackungen zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau (QUEST)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2008 bis 31.12.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 458.849,00 EUR	Projektleiter: Dipl.-Ing. Vallentin	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Bei der Auslegung von Verpackungen für radioaktive Reststoffe aus der Entsorgung sowie der Stilllegung und dem Rückbau von kerntechnischen Anlagen müssen Abstürze aus verschiedenen Höhen auf unterschiedliche Untergründe berücksichtigt werden. Zur Optimierung und Reduzierung der Beanspruchung in den Verpackungen soll zukünftig ein Nachweiskonzept etabliert werden, mit dem eine geschlossene dynamische Simulation des Aufpralls möglich ist.

Wesentliche Voraussetzung für die Anwendung dieser Methodik ist, dass die Eigenschaften der stoßdämpfenden Materialien bekannt und durch entsprechende numerische Formulierungen an die Berechnungsmethode adaptiert sind.

Ziel dieses Vorhabens ist es, entsprechende rechnerische Analysemethoden zu entwickeln.

Eine Zusammenarbeit erfolgt mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin als Zuwendungsempfänger für das Forschungsvorhaben ENREA (Förderkennzeichen 02 S 8588).

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die vorgesehenen Arbeitsschritte des Vorhabens sind:

- AP1: Ermittlung von Last-Verformungskennlinien an Proben für Holz, PU-Schaum und Dämpferbeton bei konstanten Dehnraten und unterschiedlichen Temperaturen
- a) Ermittlung von Last-Verformungskennlinien bei vollständiger Querdehnungsbehinderung
 - b) Ermittlung von Last-Verformungskennlinien ohne Querdehnungsbehinderung
 - c) Ermittlung des Einflusses der Probengröße.
- AP2: Ermittlung von Last-Verformungskennlinien an Proben für Holz, PU-Schaum und Dämpferbeton bei veränderlicher Dehnraten und unterschiedlichen Temperaturen
- a) Ermittlung von Last-Verformungskennlinien bei vollständiger Querdehnungsbehinderung

- b) Ermittlung von Last-Verformungskennlinien ohne Querdehnungsbehinderung
 - c) Ermittlung des Einflusses der Probengröße.
- AP3: Durchführung von Modellversuchen an kleinmaßstäblichen Referenzstrukturen von stoßdämpfenden Komponenten.
- AP4: Begleitende Finite-Elemente (FE) – Berechnungen zur Implementierung der ermittelten Werkstoffkennwerte in entsprechende Werkstoffmodelle.
- AP5: Erstellung des Abschlussberichtes.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Aktivitäten der beteiligten Projektpartner (BAM, GNS, WTI) wurden im Rahmen von Projektgesprächen und Arbeitstreffen regelmäßig aufeinander abgestimmt.

Die Beschaffung und Bereitstellung von Materialproben am Versuchsstand der BAM in Berlin wurde durch WTI vorgenommen. Weiterhin wurden der BAM Materialproben aus Aluminium für Vorversuche, die der Kalibrierung der Prozessabläufe dienten, zur Verfügung gestellt. Die Probenlieferungen an die BAM sind nunmehr erfolgreich abgeschlossen.

Die Versuche ohne Querdehnungsbehinderung sind abgeschlossen und die erfassten Messdaten wurden aufbereitet. Zwischenzeitlich sind die Versuche mit Querdehnungsbehinderung an Proben aus PU-Schaum, Dämpferbeton und Holz angelaufen. Es haben vorwiegend die Experimente bei Raumtemperatur stattgefunden. Die dabei gewonnenen Rohdaten der Messungen liegen vor.

Im Zuge der Nachrechnungen der Vorversuche an Aluminium ohne Querdehnungsbehinderung sind die numerischen Simulationen erfolgreich durchgeführt worden. Mit Hilfe von geeigneten Materialgesetzen und Materialparametern des verwendeten Aluminiums stimmen Experiment und Simulation für die untersuchten Belastungsgeschwindigkeiten überein.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Erweiterung des Fallprüfstandes für die Durchführung von Versuchen mit Dämpferbeton.
- Einbau der Dämpferbetonsteine an der Fall-Versuchsanlage der BAM in Horstwalde.
- Begleitung der Versuchsdurchführung mit den diversen Probenmaterialien am Stoßprüfstand.
- Auswertung der Versuchsergebnisse aus den diversen Untersuchungen und Aufbereitung für die numerischen Analysen.
- Nachrechnung der durchgeführten Versuche mit numerischen Simulationsmethoden.
- Parameteridentifikation zur Anpassung vorhandener und/oder neu zu entwickelnder Materialgesetze für dynamische Belastungsszenarien.
- Verfeinerung der Vorgehensweise bei der Parameteridentifikation für die gefundenen Materialgesetze.
- Vorbereitung eines Vortrages für die internationale Konferenz PATRAM 2010 in London (Oktober 2010).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8608
Vorhabensbezeichnung: ASTU Automatische Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2009 bis 29.02.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 250.345,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufbauend auf den Voruntersuchungen der Unterwasserdemontage mittels Seilsäge soll ein Versuchsstand entworfen werden, mit dem die bisher nicht erforschte Seilsägetechnologie für verschiedene Materialien wissenschaftlich untersucht werden soll. Kenngrößen wie auftretende Kräfte, Pneumatikdruck, Seilspannung und Leistung, abhängig von der hydraulischen oder elektrischen Antriebsart des Motors etc., werden exakt aufgenommen und daraus ein Seilsägemodell entwickelt.

Dieses Modell soll für unterschiedliche Materialien und Geometrien Vorhersagen zu den optimalen Schnittparametern liefern. Dadurch wird eine Verringerung der Schnittzeit ermöglicht, wodurch Seilsägearbeiten besser kalkulierbar und dadurch wirtschaftlicher werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Entwurf und Bau eines Grundversuchsstandes mit integrierter Messsensorik

AP2: Grundlagenversuche

AP3: Spezielle Leistungsuntersuchungen

AP4: Modellbildung

AP5: Strömungsuntersuchungen

AP6: Korrosionsverhalten und Wasserchemie

AP7: Emissions- und Immissionsverhalten

AP8: Strahlenexposition beim Seilsägen

AP9: Optimierung und Weiterentwicklungen

AP10: Schlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP2: Grundlagenversuche

Es wurden weitere Grundlagenversuche an Stahl (S235JR) durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass die ermittelten Daten der Schnitte nicht direkt vergleichbar sind, da der Verschleiß des Seiles ein zu großer Einflussfaktor ist.

Auf Grundlage dieser Kenntnisse wurde ein neues Versuchskonzept aufgesetzt. Es werden mehrere Versuchsreihen mit unterschiedlichen Geometrien für Stahl (S235JR) und Edelstahl (1.4301) durchgeführt. Eine Reihe besteht aus elf Schnittproben, die jeweils mit dem gleichen Seil geschnitten werden. Somit sind die Reihen vergleichbar und die Ergebnisse können interpretiert werden.

Es wurden bereits zwei Versuchsreihen mit runden und rechteckigen Stahlproben abgeschlossen. Es zeigt sich, dass die Proben aus rundem Stahl eine höhere Trennzeit aufweisen als rechteckige Proben. Jedoch ist der Verschleiß am Seil, hervorgerufen durch die runde Geometrie, erheblich geringer als bei rechteckigen Proben.

Ebenfalls wurde bereits für rechteckigen Edelstahl eine Versuchsreihe abgeschlossen. Hier hat sich gezeigt, dass Edelstahl durch seine hohe Kaltverfestigungsneigung, die niedrige Wärmeleitfähigkeit und die gute Zähigkeit sich als sehr schwierig zu schleifen mit einer Seilsäge erwies. Die Diamantenzwischenräume auf dem Seil haben sich aufgrund der hohen Duktilität des Edelstahls mit Span zugesetzt, so dass sich die Spanabtragstiefe verringerte und der Verschleiß an den Diamanten stark anstieg.

Die Versuchsreihe musste deshalb schon nach drei Proben vorzeitig beendet werden. Schon die erste Edelstahl Probe benötigte im Vergleich zu Stahl eine drei Mal höhere Trennzeit. Die letzte Probe lag bereits bei einem neun Mal höheren Wert.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP3: Spezielle Leistungsuntersuchungen

Im nachfolgenden Berichtszeitraum wird nach Abschluss der Grundlagenuntersuchungen das Arbeitspaket 3 mit den speziellen Leistungsuntersuchungen begonnen. Dabei soll eine Variation von Material und Geometrie durchgeführt werden, um damit die Modellerstellung durchzuführen. Als Materialvariation ist Stahl (S235JR) sowie Edelstahl (1.4301) vorgesehen. Bei der Geometrieviation sollen vor allem der Unterschied zwischen runden und eckigen Profilen untersucht werden, um Kanteneinflüsse besser berücksichtigen zu können. Ebenfalls sollen zusammengesetzte Geometrien untersucht werden, damit das Modell ein höheres Maß an Aussagekraft gewinnt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Es wurde ein Beitrag zur KONTEC 2011 eingereicht.

Zuwendungsempfänger: Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 8619
Vorhabensbezeichnung: EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2009 bis 31.03.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 254.000,00 EUR	Projektleiter: Dr. Schartmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Programms zur softwaretechnischen Unterstützung des Freigabeprozesses an stehenden Gebäudestrukturen. Mit Hilfe eines derartigen Programms können viele Schritte des Freigabeprozesses automatisiert werden. Dies gilt insbesondere für die sehr zeitaufwändigen Schritte

- Erfassung und Übernahme der Raumgeometrie,
- Erstellen der Mess- und Beprobungspläne,
- Erfassung und Übernahme der Mess- und Beprobungsergebnisse sowie
- Erstellen der Freigabedokumentation.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit der Zuordnung und Visualisierung aller im Prozess erzielten Informationen und Messergebnisse jeweils zu den entsprechenden Flächen, wodurch diese Informationen über den gesamten Freigabeprozess, der sich über viele Jahre hinziehen kann, stets abrufbar sind. Die CAD-Zeichnungen der Anlage können jeweils dem aktuellen Anlagenzustand, der sich ggf. durch Umbauarbeiten geändert hat, angepasst werden.

Verbunden mit dieser Automatisierung und Visualisierung können die Freigabeprozesse mit höherer Prozesssicherheit und trotzdem beschleunigt und damit kostengünstiger durchgeführt werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Analyse und Definition der Anforderungen

AP2: Architektur der Software

AP3: Erstellung eines Objektmodells

AP4: Implementierung

AP4.1: Aspekte

AP4.2: Auswertemodul

AP4.3: Importschnittstellen

AP4.4: Dokumentation, Berichte und Exportschnittstellen

AP4.5: Andere Geschäftslogik

AP4.6: Datenbank

AP4.7: Grafische Benutzerschnittstelle

AP5: Integrationstest

AP6: Abschlussdokumentation

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Der Arbeitspunkt wurde vor dem Berichtszeitraum abgeschlossen.
- AP2: Der Arbeitspunkt wurde vor dem Berichtszeitraum abgeschlossen.
- AP3: Der Arbeitspunkt wurde im Berichtszeitraum abgeschlossen. Es wurde ein Objektmodell erstellt. Es umfasst die fachlich zusammengehörenden Gebiete (Namespaces) Nuklide, Geometrie, Messgeräte, Messungen, Personen/Rechte sowie Auswertungen. Es haben sich keine Ergebnisse ergeben, die gegen eine erfolgreiche Implementierung sprechen.
- AP4: Für die Implementierung der Software sind im Rahmen der Planung des Vorhabens insgesamt sieben Einzelpakete identifiziert worden. Die Arbeiten an diesen Arbeitspaketen laufen zu einem großen Teil parallel, da zwischen den Arbeitspaketen Zusammenhänge bestehen, so dass bei Änderungen und Erweiterungen an dem einen Paket Rückwirkungen in einem anderen Paket entstehen. Der Softwareentwurf wurde aufgrund der Erfahrungen mit solchen Rückkopplungen zwischen den Modulen weiter verfeinert, um diese zukünftig zu vermeiden oder zu minimieren. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Implementierung der Aspekte und der Infrastruktur (Umgang mit Daten und Datenbank) der Anwendung.
- Aspekte im Sinne der Programmierung sind querschnittliche Belange mehrerer Softwaremodule, die in einem der Objektorientierung folgenden Modulierungsansatz nicht modularisiert werden können. Es wurden daher solche Werkzeuge zur Verfügung gestellt und Verfahren entwickelt, die für alle oder die meisten Bausteine der Software von Bedeutung sind und dort routinemäßig eingesetzt werden sollen. Hierzu gehört z. B. ein einheitliches Logging, eine Zustandsverwaltung innerhalb der Module sowie die Mitteilung von Zustandsänderungen zwischen den Modulen, wenn dies erforderlich ist.
- Innerhalb der Anwendung werden Daten aufgenommen, verarbeitet, erzeugt und gespeichert. Diese Prozesse können durch hinreichende Abstraktion für alle Daten in gleicher Weise, d. h. mit Hilfe derselben Basisfunktionen, ausgeführt werden. Es wurden daher entsprechende Basisklassen entworfen, von denen spezielle Klassen zur Implementierung der spezifischen Logik abgeleitet werden. Diese Basisklassen betreffen in besonderer Weise den Bereich der Datenbank und der Benutzerschnittstelle. Hierzu wurden mehrere Infrastruktur-Basisklassen implementiert:
- Entity, Basisklasse aller Objekte mit einheitlicher Verwaltung der Zustände
 - Repository, für den einheitlichen Zugriff auf Datenbanken,
 - Specification, für die einheitliche Behandlung von Bedingungen,
 - ViewModel, einheitliches Modell zur Bereitstellung von Daten in der Benutzeroberfläche, deren Validierung und Änderungsverfolgung.
- Die genannten Klassen implementieren aus der Softwarearchitektur wohl bekannte Entwurfsmuster.
- Für die Implementierung der Datenbank bzw. den Übergang von Datenbank zu Objekten und umgekehrt wird ein O/R-Mapper verwendet. Die zur Verfügung stehenden O/R-Mapper verwenden allerdings unterschiedliche Technologien. Um zu verhindern, dass die Technologie des O/R-Mappers Auswirkung auf die Objekte und die Geschäftslogik der Software nehmen, wurde eine zusätzliche Abstraktionsebene für die Transaktionsverarbeitung eingeführt. Diese Implementierung orientiert sich an dem Entwurfsmuster UnitOfWork und steht in engem Zusammenhang mit dem Repository. Die Implementierung der Repositories kann jetzt unabhängig vom konkreten O/R-Mapper erfolgen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Weiterführung der Arbeiten mit Schwerpunkt auf AP4 – Implementierung. Es ist vorgesehen, diese Arbeiten bis zum Ende der nächsten Berichtsperiode abzuschließen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8629
Vorhabensbezeichnung: Prozessentwicklung zur trockenen Bearbeitung von metallischen und mineralischen Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ProBeSt)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2009 bis 30.06.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 275.294,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Denkena	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In den kommenden Jahren müssen aufgrund des Beschlusses zum Ausstieg aus der Kernenergie zahlreiche Kernkraftwerke rückgebaut werden. Aufgrund des hohen Maßes an Flexibilität hinsichtlich der zu trennenden Bauteilgeometrie und Werkstoffzusammensetzung, des geringen Platzbedarfes der einzusetzenden Maschine, des geringen Rüstaufwandes, der Fernhantierbarkeit sowie der Gewährleistung eines sicheren Nachweises über die Trennung des Materials kommt hierbei das Seilschleifverfahren verstärkt zum Einsatz. Aktuell wird dieser Prozess unter Zuführung von Wasser als Kühlschmierstoff eingesetzt, um die prozessbedingt entstehende Wärme abzuführen. Hierbei kann eine Kontaminationsverschleppung jedoch zumeist nicht verhindert werden. Der alternative, trockene Einsatz des Seilschleifens verhindert zwar die Kontaminationsverschleppung durch Kühlwasser, führt aber zu einem extrem hohen Werkzeugverschleiß und damit zu sehr geringen Werkzeugstandzeiten. Parallel dazu entsteht, speziell beim Bearbeiten mineralischer Strukturen, eine große Menge Staub, welche nur mit hohem Einhausungs- und Absaugungsaufwand erfasst werden kann.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es daher, Werkzeuge und Maschinenkomponenten zu entwickeln, herzustellen und auf ihre Funktionstüchtigkeit hin zu überprüfen, welche eine trockene Bearbeitung metallischer und mineralischer Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen mittels Seilschleifen ermöglichen.

Wesentliche Herausforderungen im Rahmen dieses Projektes sind die Entwicklung eines auf einem nicht-flüssigem Kühlmedium basierenden Kühlsystems, die Entwicklung einer flexiblen und prozesssicheren Staubabsaugung sowie die Gewinnung grundlegender Erkenntnisse über den Einsatz temperaturbeständiger Schneidstoffe wie CBN oder Wolframkarbid in Seilschleifwerkzeugen. Die Entwicklung angepasster Maschinenkomponenten stellt einen weiteren Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dar.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Erstellung eines Anforderungsprofils für Werkzeug und Maschine
- AP2: Aufbau des Versuchsstandes und der Messkette, Herstellung der Versuchswerkstücke
- AP3: Schnittuntersuchungen an Stahlbauteilen zur Ermittlung der auftretenden Prozesstemperaturen (ohne Kühlung)
- AP4: Entwicklung eines Kühlmedium-Zufuhrsystems zur Kühlung des Seils (ohne flüssigen Kühlschmierstoff)
- AP5: Entwicklung eines Systems zur Erfassung bzw. Absaugung der metallischen Späne und zur Säuberung des Werkzeuges
- AP6: Herstellung und Einsatz von Seilschleifwerkzeugen mit alternativen Schneidstoffen
- AP7: Maschinenentwicklung
- AP8: Aufbau eines Gesamtsystems und ganzheitliche Überprüfung der Leistungsfähigkeit
- AP9: Erweiterung des Anwendungsfeldes des neuen Systems auf Beton/Stahl-Verbunde
 - a) Anpassung der Staubabsaugung
 - b) Schnittuntersuchungen an Stahl/Beton-Verbunden

- c) Anpassung der Kühlparameter
- d) Ganzheitliche Überprüfung der Systemleistungsfähigkeit

AP10: Dokumentation

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Die in Arbeitspaket 3 durchzuführenden Untersuchungen zur Entwicklung der Werkzeugtemperaturen beim trockenen Seilschleifen metallischer Strukturen wurden abgeschlossen. Zum Einsatz kam hierbei ein vakuumgelötetes Seilschleifwerkzeug, welches unter Variation der Schnittgeschwindigkeit, des Vorschubdruckes sowie der geometrischen Kontaktlänge des zu trennenden Bauteils eingesetzt wurde. Als Versuchswerkstücke kamen der ferritische Baustahl S 355 AR sowie der austenitische Edelstahl 1.4571 zum Einsatz. Es konnte nachgewiesen werden, dass sowohl die Erhöhung der geometrischen Kontaktlänge und des Vorschubdruckes als auch die Verringerung der Schnittgeschwindigkeit durch höhere Einzelkornbelastungen zu einer Erhöhung der Werkzeugtemperaturen beitragen. Grundsätzlich liegen die Werkzeugtemperaturen bei der Bearbeitung des austenitischen Stahlwerkstoffs höher als bei der Bearbeitung des ferritischen Stahlwerkstoffs. Ein stationäres Temperaturniveau wird bereits kurz nach Beginn des Bearbeitungsprozesses erreicht. Dieses Temperaturniveau lag jedoch in keiner der durchgeführten Untersuchungen über 200 °C. Eine signifikante, thermische Schädigung der eingesetzten Diamantkörner konnte daher auch nicht nachgewiesen werden. Die optische Analyse der Seilgummierung hingegen lässt eine Schädigung des zum Schutz des Trägerseils eingesetzten Werkstoffes vermuten. Chemische Untersuchungen zur Schädigung der Gummierung, welche vermutlich maßgeblich für die Prozessinstabilität beim trockenen Seilschleifen metallischer Strukturen verantwortlich ist, werden zurzeit noch durchgeführt.
- AP4: Im Rahmen des Arbeitspakets 4 wurde der am IFW vorhandene Seilschleif-Versuchsstand an unterschiedlichen Stellen der Einhausung mit Befestigungsmöglichkeiten für bis zu zwei in Reihe geschalteten Wirbelrohren, so genannten Vortex-Düsen, ausgerüstet. Erste Untersuchungen zu den unter Einsatz der Vortex-Düsen auftretenden Prozesstemperaturen wurden durchgeführt. Diese Untersuchungen werden aktuell ausgewertet.
- AP5: Konzepte für ein Absaugsystem der bei der Bearbeitung entstehenden metallischen Späne und zur Säuberung des Seilschleifwerkzeugs sind in einem morphologischen Kasten zusammengefasst worden. Auf dessen Basis erfolgt zurzeit die Konzeptausarbeitung und -konkretisierung.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP3: In Analogie zu Arbeitspaket 3 wird durch Variation der Schnittgeschwindigkeit, des Vorschubdruckes sowie der geometrischen Kontaktlänge die Komplettierung der Untersuchungen zu den Prozesstemperaturen beim trockenen Seilschleifen metallischer Strukturen mit Druckluftkühlung erfolgen. Nach der Auswertung der hier erzielten Ergebnisse steht für den vorliegenden Anwendungsfall eine ideale Kühlvorrichtung zur Verfügung, welche gleichzeitig als Referenz für die später zu entwickelnde Kühlvorrichtung im industriellen Einsatz dient. Zusätzlich sind die relevanten Einstellparameter bekannt, mit denen die Kühlung des Seilschleifwerkzeugs an die jeweilige Trennaufgabe angepasst werden kann.
- AP5: In Arbeitspaket 5 wird ein modulares und flexibles Absaugsystem entwickelt, das es ermöglicht, die im trockenen Seilschleifprozess entstehenden, metallischen Zerspanprodukte zu erfassen und abzusaugen. Parallel zur Spanabsaugung wird das zu entwickelnde System die Reinigung des Seilschleifwerkzeugs ermöglichen, so dass die weitere Verschleppung eventuell kontaminierter Metallspäne aus dem Eingriffbereich des Seilschleifwerkzeuges verhindert wird. Die Reinigung erfolgt ebenso wie die alternative Kühlung mittels Druckluft, so dass bereits im Einsatz unter Laborbedingungen die Zusammenführung von Kühlung und Reinigung zu einem Komplettsystem berücksichtigt wird.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Abstrakt zur KONTEC 2011 in Dresden ist eingereicht. Veröffentlichung erfolgt im Falle der Annahme des Vortrags im April 2011.

Zuwendungsempfänger: SAT Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms		Förderkennzeichen: 02 S 8639
Vorhabensbezeichnung: Neue Verfahrenstechnik zur Dekontamination und Probenahme in kontaminierten Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2009 bis 30.04.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 297.800,00 EUR	Projektleiter: Dipl.-Ing. Gese	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Zum Entfernen von Ablagerungen und Verkrustungen in Rohren werden in der Regel unterschiedliche Strahlverfahren zum Ablösen der Ablagerungen eingesetzt. Normalerweise geschieht dies im Trocken- oder Nassverfahren, wobei die eingesetzten Hilfsstoffe beim Reinigungsvorgang durch die gelösten Ablagerungen kontaminiert werden und somit anschließend als Sekundär-Abfall anfallen.

In diesem Forschungsvorhaben wird ein auf der Vibrationstechnologie basierendes, mechanisches Abtragverfahren zum Entfernen der Rohr-Ablagerungen entwickelt. Ziel ist es, durch den Wegfall der Hilfsstoffe, die immer als kontaminiertes Sekundär-Abfallprodukt anfallen, einen effizienteren, umweltfreundlicheren und schnelleren Dekontaminationsprozess zu ermöglichen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Entwurf und Aufbau eines Versuchsstandes
- AP2: Simulieren von Ablagerungen in Rohrabschnitten und Durchführung von Versuchen zum Herauslösen derselben aus den Rohren
- AP3: Entwicklung eines Werkzeuges zum Herauslösen der Ablagerungen
- AP4: Entwurf und Umsetzung eines Konzeptes zum Bewegen des Werkzeuges durch das Rohr
- AP5: Entwicklung eines Konzeptes zum Abtransport der gelösten kontaminierten Ablagerungen aus dem Rohr
- AP6: Untersuchungen zur Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Prozessgrößen und Einflussfaktoren
- AP7: Sicherstellung einer restlosen Dekontamination der Rohre
- AP8: Bau und Validierung des Prototyps
- AP9: Dokumentation und Schlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Der Versuchstand wurde ausgebaut, um Untersuchungen an Rohren mit einer Länge von bis zu zwei Metern durchzuführen. Eine konstruierte Vorschubvorrichtung erlaubt nun das automatisierte Einführen des Werkzeugträgers in die Rohre. Um die Ablagerungen in den Rohren nachzubilden, wurde darüber hinaus eine Rotationseinheit, zum Drehen der Rohre gebaut. Der Versuchsstand wurde zur Messung der Rohrschwingungen mit einem Beschleunigungssensor sowie die zur Verarbeitung der Signale erforderliche Messsoftware und Hardware ausgestattet.
- AP2: Mit Hilfe von In-Situ-Ritz-Härtemessungen an Originalablagerungen konnte die Härte der Ablagerungen abgeschätzt werden. Zur Nachbildung der Ablagerungen wurden unterschiedliche zementgebundene Stoffe untersucht und einige davon zur Nachbildung ausgewählt. Mit Hilfe der in AP1 erwähnten Rotationseinheit ist es möglich, Rohrablagerungen in unterschiedlichen Dicken zu erzeugen.
- AP3: Während der Voruntersuchungen wurden unterschiedliche Werkzeuggeometrien getestet und erste Optimierung vorgenommen. Dabei haben sich bisher in Längsrichtung angebrachte Kanten am viel versprechensten erwiesen. Um den durch die Vibrationen hervorgerufenen Verschleiß so gering wie möglich zu halten wurden Untersuchungen zur Ermittlung der erforderlichen Härte durchgeführt und die verwendeten Werkzeuge gehärtet.
- AP4: Mit Hilfe der konstruierten Vorschubeinheit, welche aus einer Antriebsrolle und einer Laufrolle besteht, kann die Welle und damit das Bearbeitungswerkzeug angetrieben werden. Da Vorschub und Vorschubkraft einstellbar sind werden genauere Untersuchungen der Einflussgrößen auf den Abtragsprozess ermöglicht.
- AP5: Da bei derartigem Abtragsverfahren sehr leicht Staub gebildet wird, ist am Rohrende eine Vorrichtung zur Absaugung der gelösten Ablagerungen eingebaut.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Der Hauptteil der Untersuchungen stellt die Ermittlung der Einflüsse der Prozessgrößen auf den Abtragsprozess dar. Zu diesen Prozessgrößen gehören die Vorschubkraft und -geschwindigkeit sowie Drehzahl der Unwuchtmasse und die auftretenden Schwingungen. Mit dem Ziel die optimalen Parametereinstellungen für unterschiedliche Anwendungsfälle zu ermitteln werden als nächstes systematische Versuche durchgeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Eine Veröffentlichung im Rahmen der DD&R 2010 – Konferenz („Decommissioning, Decontamination & Reutilization“) ist vorgesehen.

Zuwendungsempfänger: HERRENKNECHT AG, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau		Förderkennzeichen: 02 S 8649
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2009 bis 30.06.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 691.348,00 EUR	Projektleiter: Dipl.-Ing. Edelmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In einer Kooperation des Instituts für Fahrzeugtechnik und Mobile Arbeitsmaschinen (Mobi-ma) und des Instituts für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) sowie der Herrenknecht AG, wird im Rahmen des Verbundprojektes „Innovativer Abtrag massiger Stahlbetonstrukturen“ ein System zum räumlich begrenzten, fernhantierten und definierten Abtrag hoch bewehrter Stahlbetone bei gleichzeitiger Förderung und endlagergerechter Verpackung des Abraums entwickelt.

Das definierte Abtragen von Stahlbeton stellt gerade beim Rückbau von nuklearen Anlagen einen zentralen Punkt dar. Das Hauptziel ist dabei, das kontaminierte Material selektiv abzutragen, um das verbleibende Material, das bezogen auf die Gesamtanlage bzw. Gesamtmassen den überwiegenden Anteil darstellt, dem normalen Recyclingkreislauf zuführen zu können. Ein Problem besteht aktuell in dem Abbruch und selektiven Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z. B. bei Rissen oder Ausbrüchen. Es existiert kein Verfahren, das den Beton samt Bewehrung mit nur einem Arbeitsgang bzw. Übergang bis zu 20 cm tief abträgt. Ebenso gibt es kein Verfahren das in Rissen angewendet werden kann, in denen Stahlbeton sehr begrenzt, beispielsweise 30 cm tief, ausgefräst werden muss, so dass die Oberflächen danach freimessbar sind.

Im Rahmen des Vorhabens wird ein neues und universell einsetzbares System entwickelt, das es den Rückbauern zum ersten Mal ermöglicht, hoch bewehrten Stahlbeton in einem Arbeitsgang ohne System- und Komponentenwechsel rückzubauen und dabei den Personaleinsatz zu minimieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Recherche zum Stand der Technik und Konzipierung des neuen Schneidgerätes
- AP2: Verifikation der angestrebten Schneidtechnologie
- AP3: Konzeption, Auslegung, Fertigung und Montage der Manipulatoranbindung
- AP4: Entwicklung, Fertigung und Montage der Fördereinrichtung für den Abraum
- AP5: Funktionstest des Prototyps im Labor
- AP6: In-situ-Testreihe

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im zweiten Halbjahr des Forschungsvorhabens wurden aufbauend auf die Untersuchungen des ersten Halbjahres die Schneidtechniken ODC (oscillating disc cutter) in Kombination mit Sägen und Fräsen weiter untersucht. Dabei wurden für die ODC Technologie erste Versuche zum Abtragen von Stahlbeton durchgeführt. Des Weiteren wurden Werkzeugkonzepte auf der Basis der gewählten Schneidtechniken erstellt und Lösungsansätze entwickelt, wie das endgültige Abbauwerkzeug aussehen kann. Dabei ist die Auslegung des Werkzeuges, durch einen im Verhältnis zur Last gesehenen sehr engen Bauraum nicht unproblematisch. Aus diesem Grund wurde gerade für die ODC Technologie alternative Anregungsmechanismen untersucht und ein Grundlagenversuch zur Erproben eines angeregten Hydrauliksystems vorbereitet.

ODC

Zur Überprüfung der Anwendbarkeit der ODC Technologie zum Abtragen von Stahlbeton wurde ein bestehender Versuchsstand umgebaut und für Versuche mit Stahlbeton präpariert. Für die Versuche wurde ein mit 10 mm starken Stäben bewehrter Versuchsbetonblock gegossen. Da sich die ODC Technik allein nicht zum Schneiden von Bewehrung eignet wurden die einbetonierten Bewehrungsstäbe in der Breite der ODC Diske vorgesägt. Beim Abtragen des Betons konnte so die Bewehrung aus der Betonmatrix ausgehoben werden. Das Ziel der Versuche war es die Schnittkräfte, das Werkzeugverhalten beim Schneiden mit und ohne Bewehrung sowie die Verschleißsituation der Diske zu ermitteln. Die Versuche konnten mit positiven Ergebnis abgeschlossen werden.

Fräsen von Stahlbeton

Zum Fräsen von Stahlbeton wurden Untersuchungen zu geeigneten Schneidstoffen und Schneidengeometrien angestellt. Durch den Kontakt mit verschiedenen Schneidstoffherstellern konnten erste Ansätze erarbeitet werden welche Schneidstoffe gute Erfolgsaussichten bieten. Hierbei haben wir festgestellt, dass es bei Hartmetallwendschneidplatten zwischen der Stahl- und der Steinbearbeitenden- Industrie übergreifende Schneidstoffklassen gibt. Alternativ sind Schneidstoffe wie CBN oder auch PKD vorstellbar. Des Weiteren wurden in Zusammenarbeit mit verschiedenen Werkzeugherstellern erste Fräskopfkonzepete erstellt die für den trockenen Abtrag von Stahlbeton geeignet erscheinen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Um die bisherigen Untersuchungen zu bestätigen und ein in Schnittkraft und Bauraum angemessenes Abtragswerkzeug zu konzipieren sind wir derzeit dabei Fräsversuche zum Abtragen von Stahlbeton vorzubereiten. Das Ziel dabei ist, einen geeigneten Schneidstoff, die Schnittkräfte und eine geeignete Diskenform zu finden.

Des Weiteren werden wir Versuche über das Verhalten von hochfrequent angeregten Hydraulikzylindern durchführen. Das Ziel dabei ist, das Verhalten der Ölsäule, die Kraftübertragung, Zylinderwege sowie die Reaktionszeiten des Systems zu untersuchen.

Auf der Basis der Versuche wird anschließend das Werkzeugkonzept detailliert, bei dem das Erreichen des Projektziels am aussichtsreichsten ist. Dabei ist das Ziel, nach erfolgreicher Durchführung der Tests mit einfacher Schneidtechnik (Fräsen; ODC), diese in einem Werkzeug zu kombinieren. Anschließend folgt die Auslegung, Konstruktion und Fertigung des Gesamtwerkzeuges.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag im Rahmen der Jahrestagung Kerntechnik 2010 in Berlin (04.05. – 06.05.2010)

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8659
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2009 bis 30.09.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 716.238,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In einer Kooperation des Instituts für Fahrzeugtechnik und Mobile Arbeitsmaschinen (Mobi-ma) mit dem Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB), beide am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) sowie der Herrenknecht AG, wird im Rahmen des Verbundprojektes „Innovativer Abtrag massiger Stahlbetonstrukturen“ ein System zum räumlich begrenzten, fernhantierten und definierten Abtrag hoch bewehrter Stahlbetone bei gleichzeitiger Förderung und endlagergerechter Verpackung des Abraums entwickelt.

Das definierte Abtragen von Stahlbeton stellt gerade beim Rückbau von nuklearen Anlagen einen zentralen Punkt dar. Das Hauptziel ist dabei, das kontaminierte Material selektiv abzutragen, um das verbleibende Material, das bezogen auf die Gesamtanlage bzw. Gesamtmassen den überwiegenden Anteil darstellt, dem normalen Recyclingkreislauf zuführen zu können. Ein Problem besteht aktuell in dem Abbruch und selektiven Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z. B. bei Rissen oder Ausbrüchen. Es existiert kein Verfahren, das den Beton samt Bewehrung mit nur einem Arbeitsgang bzw. Übergang bis zu 20 cm tief abträgt. Ebenso gibt es kein Verfahren, das in Rissen angewendet werden kann, in denen Stahlbeton sehr begrenzt, beispielsweise 30 cm tief, ausgefräst werden muss, so dass die Oberflächen danach freimessbar sind.

Im Rahmen des Vorhabens wird ein neues und universell einsetzbares System entwickelt, das es den Rückbauern zum ersten Mal ermöglicht, hoch bewehrten Stahlbeton in einem Arbeitsgang ohne System- und Komponentenwechsel abzutragen und dabei den Personaleinsatz zu minimieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Recherche zum Stand der Technik und Konzipierung des neuen Schneidgerätes
- AP2: Verifikation der angestrebten Schneidtechnologie
- AP3: Konzeption, Auslegung, Fertigung und Montage der Manipulatoranbindung
- AP4: Entwicklung, Fertigung und Montage der Fördereinrichtung für den Abraum
- AP5: Funktionstest des Prototyps im Labor
- AP6: In-situ-Testreihe

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Zu neuen möglichen Schneidtechniken für Stahlbeton wurde eine umfassende Recherche durchgeführt.
- AP2: Auf Basis des AP1 wurden getrennte Abtragskonzepte für den Stahl- und Betonabtrag erstellt. Im Nachgang sollen diese Teilkonzepte zu einem Abtragswerkzeug zusammengeführt werden.
- AP3: Für die Anbindung des Schneidgeräts an ein geeignetes Trägergerät wurde eine detaillierte Anforderungsliste erstellt und erste Konzepte für Teilfunktionen ausgearbeitet
- AP4: Die bereits erstellten Konzepte der Abraumförderung wurden in Bezug auf die zu erwartenden Materialeigenschaften bewertet sowie in Details angepasst.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Das Abtragskonzept mit dem größten Potenzial für den Stahlabtrag wird identifiziert und im nächsten Schritt mit dem ODC-Verfahren (Betonabtrag) kombiniert.
- AP2: Zur Untersuchung der Stahlabtragskonzepte wird ein Prüfstandes errichtet. Im nächsten Schritt soll dann aus Kombination des Stahl- und Betonabtrags ein Werkzeug für den gemeinsamen Stahlbetonabtrag konstruiert und verifiziert werden.
- AP3: Auf Basis des beispielhaften Gesamtkonzepts der Manipulatoranbindung und der Ergebnisse aus AP2 soll die Anbindung detailliert konstruiert und ausgelegt werden.
- AP4: Mit Durchführung der Schneidversuche im AP2 können die Anforderungen an die Fördereinrichtung bestimmt und die einzelnen Komponenten der Fördereinrichtung konstruiert, hergestellt und zur Prozesskette zusammengefügt werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

INAS wurde zur Jahrestagung Kerntechnik 2010 einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Die positive Resonanz zum Vortrag zeigt, dass für das Forschungsvorhaben großes Potential in realen Anwendungen zu erwarten ist.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 02 S 8669
Vorhabensbezeichnung: Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2009 bis 30.09.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 361.830,00 EUR	Projektleiter: Dr. Bücherl	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie soll untersucht werden, inwieweit eine Auswertung der in den Spektren von (segmentierten) Gamma-Scan-Messungen an radioaktivem Abfallgebinden enthaltenen Informationen von Bremsstrahlung für eine erweiterte Beschreibung des Nuklidinventars genutzt werden kann. Hierdurch könnte ein Zugang zur zerstörungsfreien Charakterisierung von β -Strahlern in radioaktiven Abfallgebinden geschaffen werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Literaturrecherche
Identifikation des aktuellen Stands der Technik
- AP2: Identifikation relevanter β -Strahler
Erfassung aller Nuklide, die für die Erzeugung von Bremsstrahlung in radioaktiven Abfällen in Frage kommen (Tabelle mit charakteristischen Eigenschaften)
- AP3: Physikalische Grundlage
Zusammenfassung des physikalischen Hintergrundes der Erzeugung von Bremsstrahlung mit Bezug zu typischen Gebinden mit radioaktivem Abfall
- AP4: Durchführung von Testmessungen mit β -Strahlern
Auswahl von β -Strahlern, die bei RCM verfügbar sind, und Durchführung von Messungen in gut beschriebener Geometrie
- AP5: Erweiterte Testmessungen mit γ - und β -Strahlern
Messungen zur Erzeugung kombinierter Bremsstrahlungs- und γ -Spektren
- AP6: Auswertung der Testmessungen
Auswertung der Messergebnisse. Die Möglichkeiten von Identifikation und ggf. auch Quantifikation von β -Strahlern in den verschiedenen Testmessungen wird untersucht. Erarbeitung von Ansätzen für mögliche allgemeine Analyseroutinen
- AP7: Erstellung des Abschlussberichts

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurde die Einarbeitung in das Programmpaket EGS (Electron Gamma Shower) zur Simulation der geplanten Messungen fortgesetzt. Aktuell können damit zur Detektorachse rotationssymmetrische Geometrien behandelt werden. Die Simulationen können derzeit für die einzelnen Strahlungsarten (Gamma-Strahlung, Beta-Strahlung etc.) nur getrennt durchgeführt. Diese Einschränkungen werden durch die weitere Einarbeitung und ein noch besseres Verständnis des Simulationsprogramms zukünftig aufgehoben werden können.

Mit dem segmentierten Gamma-Scanner bei RCM wurden erste Messungen an realen Abfallbinden und deren normale Gamma-spektrometrische Auswertung durchgeführt um sich mit der allgemeinen Problematik des segmentierten Gamma-Scannings auseinander zu setzen.

Im Labormaßstab fanden Messungen mit dem Isotop Tm-170 statt. Dieser „Bremsstrahler“ wurde am FRM II durch Neutronenaktivierung aus dem stabilen Tm-169 hergestellt. Dem Bremsstrahlungsspektrum sind zwei Gamma-Linien (78,7 keV und 84,25 keV) sowie viele Röntgen-Linien überlagert, die in sehr interessante Spektren in den mit NaI bzw. HPGe-Detektoren durchgeführten Messungen resultierten. Diese Messungen wurden sowohl für Tm-170 alleine als auch zusammen mit anderen Gamma-Strahlern (Co-60, Ba-133, Cs-137, Am-241) durchgeführt. Zusätzlich wurden auch Messungen mit verschiedenen dünnen Absorbieren (bislang Aluminium und Kupfer) zwischen den Radionukliden und dem Detektor durchgeführt. Ziel dieser Messungen war, reale Datensätze zu erhalten, mit deren Hilfe versucht werden soll, Verfahren für die Extraktion der in den Spektren enthaltenen Bremsstrahlungsinformationen zu entwickeln. Diese Arbeiten werden derzeit durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die geplanten Weiterarbeiten beinhalten die vertiefte Einarbeitung in das Simulationsprogramm EGS mit dem Ziel, die derzeitigen Beschränkungen in dessen Anwendung (Rotations-symmetrie, gemeinsame Behandlung verschiedener Strahlungsarten) aufheben zu können. Parallel zu diesen Arbeiten sollen die durchgeführten Labormessungen simuliert und die Ergebnisse mit den realen Messungen verglichen werden. Die durchgeführten Labormessungen werden ausgewertet, mit dem Ziel mögliche Verfahren für die Extraktion der Bremsstrahlungsinformationen zu entwickeln. Ggf. sind hier weitere Messungen erforderlich.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Auftragnehmer: DBE Technology GmbH, Eschenstr. 55, 31224 Peine		Förderkennzeichen: 02 S 8679	
Vorhabensbezeichnung: Status quo der Lagerung ausgedienter Brennelemente aus stillgelegten / rückgebauten deutschen Forschungsreaktoren und Strategie (Lösungsansatz) zu deren künftigen Behandlung / Lagerung			
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen			
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2009 bis 31.08.2011		Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 124.793,00 EUR		Projektleiter: Dipl.-Ing. Tholen	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ausgediente Brennelemente aus deutschen Forschungsreaktoren werden nach bisheriger Regelung/Vereinbarung entweder in die USA oder andere Länder zwecks Verbleib bzw. Wiederaufarbeitung verbracht oder sie werden für einen auf maximal 40 Jahre begrenzten Zeitraum in CASTOR-Behältern zwischengelagert. Für die in Deutschland zu entsorgenden Forschungsreaktorbrennelemente (FR-BE) gibt es derzeit keine über den Zeitraum der begrenzten Zwischenlagerung hinausgehenden Planungen.

Gesamtziel dieses Vorhabens ist es, für die Gesamtheit der in Deutschland zu entsorgenden ausgedienten Forschungsreaktorbrennelemente (FR-BE) eine umfassende Beschreibung des derzeitigen Status quo der Lagerung bzw. Behandlung dieser Brennelemente zu erstellen und darauf aufbauend einen Lösungsansatz für deren künftige Behandlung/Lagerung zu entwickeln, der über den auf 40 Jahren begrenzten Zeitraum der Zwischenlagerung hinausgeht.

Für die in Deutschland zu entsorgenden FR-BE erfolgt eine aktuelle Bestandsaufnahme und eine Beschreibung der Datenbasis zu den FR-BE hinsichtlich der Eigenschaften für eine endgültige Entsorgung. Im Anschluss daran werden Untersuchungen zur Beurteilung der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen an CASTOR-Behältern für die FR-BE Entsorgung durchgeführt. Im nächsten Schritt werden Lösungsansätze und Technische Konzepte für eine Entsorgung der FR-BE entwickelt. Das Vorhaben schließt mit einer Zusammenfassung und mit Empfehlungen für Handlungsoptionen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Aktuelle Bestandsaufnahme und zusammenfassende Beschreibung der in Deutschland zu entsorgenden FR-BE
- AP2: Beschreibung der Datenbasis zu den FR-BE hinsichtlich der Eigenschaften für eine endgültige Entsorgung
- AP3: Untersuchungen zur Beurteilung der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen an CASTOR-Behältern für FR-BE Entsorgung
- AP4: Lösungsansätze und Technische Konzepte für eine Entsorgung der FR-BE
- AP5: Zusammenfassung und Empfehlung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Bearbeitung des AP1 wurde abgeschlossen. Im AP1 erfolgte eine aktualisierte Bestandsaufnahme und eine zusammenfassende Beschreibung der in Deutschland zu entsorgenden FR-BE. Der derzeit verfügbare Stand zum Abfallmengengerüst wurde aktualisiert und ggf. ergänzt. Gleiches gilt für die Charakterisierung der Abfälle hinsichtlich der chemischen, radiologischen und thermischen Eigenschaften und das Inventar (Gesamtaktivitäten, Massen, Volumina) der FR-BE.

Es wurde mit der Bearbeitung der AP2 und AP3 begonnen.

Im AP2 erfolgt eine ausführliche Beschreibung der Datenbasis zu den FR-BE hinsichtlich der Eigenschaften für eine Entsorgung. Schwerpunkte dabei sind Angaben zu Aktivitäten relevanter Nuklide, zur Kritikalitätssicherheit und hydrolytischen Beständigkeit der FR-BE und Radionuklidfreisetzung aus den FR-BE. Weiterhin erfolgt eine ausführliche Beschreibung der CASTOR-Behälter hinsichtlich Handhabbarkeit, mechanischer Eigenschaften und Integrität, d. h. der Dichtheit, auch unter Endlagerungsbedingungen. In diesem Zusammenhang erfolgt eine systematische Zusammenstellung der Ergebnisse früherer Forschungsarbeiten.

Im AP3 werden Untersuchungen zur Beurteilung der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen an CASTOR-Behälter mit FR-BE angestellt im Hinblick auf deren Verwendung zur Endlagerung von FR-BE. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der relevanten sicherheitstechnischen Anforderungen Unterkritikalität, Dosisleistung, Integrität, Temperatur und Gasbildung.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Bearbeitung der AP2 und AP3 wird fortgesetzt.

Auf Basis der in den AP1 bis AP3 ermittelten Daten werden im AP4 Lösungsansätze und technische Konzepte für eine Entsorgung der FR-BE erstellt. In diesem Zusammenhang erfolgen Untersuchungen zur Endlagerung von FR-BE im Wirtsgestein Salz und Ton. Auf dieser Basis werden Lösungsansätze und technische Konzepte zur Integration dieser Abfallart in bereits bestehende Endlagerkonzeptionen beschrieben und es wird die Betriebs- und Langzeitsicherheit bewertet.

Abschließend werden im AP5 die Ergebnisse der Studie zusammengefasst. Dies beinhaltet insbesondere die Identifizierung gegebenenfalls notwendiger Untersuchungen zu sicherheitstechnisch relevanten Themen und die Formulierung von Empfehlungen für konkrete Konzept- und Planungsschritte.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8689
Vorhabensbezeichnung: TENORM-Sanierung im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzungen und Alltagswahrnehmung - TESSA		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2009 bis 30.09.2011	Berichtszeitraum: 01.10.2009 bis 31.12.2009	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 253.400,00 EUR	Projektleiter: Dr. Riebe	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Bei der Sanierung radioaktiver Altlasten entstehen über den technischen Maßnahmenbedarf hinaus Anforderungen, den Ängsten und Sorgen der betroffenen Menschen adäquat zu begegnen, da diese zu erheblichen Komplikationen im Sanierungsverlauf führen können. Dabei werden die Risiken, die von ionisierender Strahlung und radioaktiven Materialien ausgehen, von Experten und Öffentlichkeit häufig sehr unterschiedlich eingeschätzt. Neben der Risikokommunikation über Kernkraftwerke und zukünftige Endlager betrifft diese Problematik auch den Umgang mit natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien und ihren technisch angereicherten Varianten (NORM/TENORM).

Im Rahmen einer qualitativen Studie wird an zwei Standorten mit radioaktiven Altlasten untersucht, welches Verständnis von Sicherheit und Risiko die betroffenen Anwohner sowie die verschiedenen Expertenkulturen haben und wie sich diese auf die Durchführung von Sicherheitsmaßnahmen auswirken. Ziel ist es, Indikatoren für die Bewertung von Sicherheitsmaßnahmen zu entwickeln, die neben den naturwissenschaftlich-technischen Faktoren auch die sozialen Dimensionen von Risiko und Sicherheit berücksichtigen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Literaturanalyse der Strahlenschutz-Regelwerke und Quellentexte
- AP2: Literaturanalyse der sozialwissenschaftlichen Risikoforschung und Medienberichte
- AP3: Erstellen des Interviewleitfadens
- AP4: Durchführung der explorativen Interviews
- AP5: Durchführung der Interviews mit Anwohnern
- AP6: Durchführung der Interviews mit Experten
- AP7: Auswertung der Interviews und Dokumentation der Ergebnisse
- AP8: Erstellung eines integrativen Leitfadens zur Risikokommunikation für Sanierungs- und Strahlenschutzexperten.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Eine erste Analyse der radiologischen Quellentexte und der strahlenschutzrechtlichen Regelwerke zeigt, dass die Bewertung und Regelung der Expositionen, die durch NORM und TENORM entstehen, vornehmlich auf die Bereiche der geplanten und be-

stehenden Tätigkeiten und Arbeiten sowie Interventionssituationen abzielen. Dabei steht der Schutz der arbeitenden Personen im Vordergrund.

- AP2: Die sozialwissenschaftliche Forschung zu den jeweils relevanten Aspekten der Risikoeinschätzung und -akzeptanz ist bisher systematisiert und teilweise ausgewertet worden. Thematisiert werden hier grundlegende Problemfelder wie die Heterogenität von Alltagsverständnis und Experteneinschätzung grundlegender Begriffe und Konzepte. Für die Analyse der Medienberichterstattung wurden zwei lokale und eine überregionale Tageszeitung ausgewertet. Hier konnten Problemfelder herausgearbeitet werden, die auch in der Forschungsliteratur (Angst vor ionisierender Strahlung) und den explorativen Interviews angesprochen werden (Sorge um ökonomische Verluste).
- AP3: Aus den ersten Analysen der wissenschaftlichen Literatur und der Medienberichte wurden Probe-Interviewleitfäden jeweils für die Anwohner und die Experten entwickelt. Die noch nicht erfolgte Abstimmung zwischen unterschiedlichen Regelwerken, wie der BBodSchV und der Strahlenschutzverordnung, die Bedeutungsveränderung von Fachvokabular zwischen den unterschiedlichen Akteuren und die Risikoeinschätzung der Anwohner über die gesundheitliche Gefährdung hinaus wurden als erste Konfliktbereiche erkannt und als Themenfelder in den Probe-Interviewleitfäden aufgenommen.
- AP4: Im Rahmen der explorativen Interviews sind bisher erste Interviews mit Anwohnern durchgeführt worden. Darüber hinaus sind mehrere verschiedene Bürgerinformationsveranstaltungen, Sitzungen der Bürgerinitiative ‚Gegen Altlasten in der List‘ sowie eine Gerichtsverhandlung über die rechtliche Nachfolge der Verursacherfirma teilnehmend beobachtet worden. Hier wurde Konfliktfelder wie Misstrauen gegenüber Expertenmeinungen bei den Anwohnern sowie ein sehr unterschiedliches handlungsleitendes Verständnis in Bezug auf Richt- und Grenzwerte bei Juristen und Naturwissenschaftlern erkannt.
- AP5: Für die Durchführung der Interviews mit den Anwohnern wurde anhand der explorativen Interviews und der Medien- und Literatúrauswertung ein Profil des Samples erstellt. Es haben sich bereits zahlreiche Anwohner zu Interviews bereit erklärt, so dass in dem Sample ein breites Spektrum der verschiedenen Betroffenen berücksichtigt werden kann. Nach den Sommerferien können die Interviews dann zeitnah abgeschlossen werden können.
- AP6: Der Plan für die Experteninterviews wurde auf die Interviews mit den Betroffenen abgestimmt. Erste Interviews wurden durchgeführt und transkribiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Weitere Literatur- und Medienanalyse
- Durchführung von Interviews mit Anwohner
- Beginn der Durchführung von Interviews mit Experten
- Auswertung der Interviews und Dokumentation der Ergebnisse

5. Berichte, Veröffentlichungen

König, C., Riebe, B., Rieger, M. (2010): Remediation of TENORM residues: Professional risk assessment and public risk perception. Proceedings of the 3rd European IRPA Congress, 14-18 June 2010, Helsinki, Finland, 5 p.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8699
Vorhabensbezeichnung: Innovative Lichtbogenverfahren für die Stilllegung und den Rückbau kerntechnischer Anlagen - Hot-Wire-Plasmaschneiden und Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden (Inno-Cut)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2009 bis 30.09.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 978.389,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Forschungsvorhaben hat zum Ziel, zwei neue, effektive und innovative Lichtbogenschneidverfahren für die Anwendung im Rückbau kerntechnischer Anlagen zu untersuchen und zu qualifizieren, mit denen sich anspruchsvolle Strukturen und große Materialstärken sowohl an Atmosphäre, als auch unter Wasser trennen lassen.

Dabei soll das Hot-Wire-Plasmaschneiden an Atmosphäre, ein erst seit ca. 3 Jahren existierendes Verfahren, für den Rückbau kerntechnischer Anlagen ertüchtigt und weiterentwickelt werden. Weitere Ziele des Forschungsvorhabens sind die Qualifizierung des Verfahrens für den Unterwassereinsatz, welche bisher noch nicht erfolgt ist sowie die Entwicklung des Hot-Wire-Bohrens, um Anschlagpunkte für zerlegte Bauteile herzustellen.

Das zweite innovative Lichtbogenschneidverfahren ist das Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden (LSI). Diese Untersuchungen werden durchgeführt, um dieses thermische Schneidverfahren effektiv im Rückbau einsetzen zu können. Komplett neu ist hier der Einsatz des Schneidverfahrens unter Wasser. Systematische Untersuchungen zur Prozessanalyse, den Einflussparametern sowie zur Brennerentwicklung sind hier noch nicht bzw. nicht mehr vorhanden, so dass hier grundlegende Entwicklungen notwendig sind. Die Ausnutzung modernster Stromquellentechnik durch die Verwendung von z. B. gepulsten, leistungsfähigen Stromquellen zum MAG- oder Unterpulverschweißen sowie der Aufbau eines Spezialbrenners zum LSI Schneiden erhöhen die Erfolgsmöglichkeiten. Ein innovatives Ziel ist es, hierbei ebenfalls durch die Variation des Zusatzwerkstoffes exotherme Reaktionen in der Schnittfuge definiert zu erzeugen und als Energielieferant für die Steigerung der Schnitttiefe zu nutzen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Zur Erreichung dieses Gesamtziels ist das Vorhaben in verschiedene Teilziele untergliedert, die durch entsprechende Arbeitspakete abgedeckt werden:

- Schneiden mit Hot-Wire an Atmosphäre: Untersuchung der Wirkung von exothermen Reaktionen zur Verbesserung des Schneidverfahrens durch reaktive Pulver oder Fülldrähte.
- Prozessentwicklung des Schneidens mit Hot-Wire unter Wasser: Entwicklung des Hot-Wire-Schneidens unter Wasser und Qualifikation für den Rückbau.
- Prozessentwicklung des Lochbohrens mit Hot-Wire: Qualifikation des Hot-Wire-Verfahrens unter Nutzung des gleichen Equipments zum Bohren.

- Lichtbogen-Sauerstoff-Impuls-Schneiden: Untersuchungen zum Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden.
- Untersuchungen zur Ausnutzung exothermer Reaktionen zur Leistungssteigerung als integratives Element im Zusatzwerkstoff: Entwicklung von exothermen Fülldrähten auf Thermit bzw. Mg-Basis zur Leistungssteigerung beim Schneidprozess

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Die Lieferung und Inbetriebnahme der UP-Schweißanlage erfolgte in der KW 5.
- Anschließend wurde mit der CAD-Konstruktion des LSI-Schneidbrenners begonnen, wobei Komponenten der UP-Schweißbrenner Verwendung finden sollen.
- Die Inbetriebnahme der ESAB-Führungsmaschine und der Hot-Wire-Schneidanlage erfolgte in der KW 17. Anschließend wurden erste Referenzversuche mit Standardparametern zur Dokumentation des Standes der Technik an Stahl und Beton durchgeführt. Hierbei zeigte sich, dass der Einsatz von Sauerstoff zum Schneiden von Baustahl wesentlich höhere Schneidleistungen erbringt als der Einsatz von ArH₂ oder Druckluft. Weiterhin zeigte sich, dass die Erhöhung der Prozessgasdrücke zu keinen signifikanten Verbesserungen der Schneidleistung führt und lediglich die Verringerung der Wirbelgasdüsenbohrungsdurchmesser zu einer signifikanten Steigerung der Schneidleistung führt.
- Konstruktion und Eignungstests verschiedener Vorrichtungen zur Pulvereinbringung in die Prozesszone (Injektor aus der Wasserstrahltechnik, Injektor aus der Sandstrahltechnik und Injektor aus der Autogentechnik) und Auswahl der am besten geeigneten Pulverzuführeinrichtung (Injektor aus der Autogentechnik).
- Beschaffung der Pulver und Beginn mit der Durchführung von ersten Schneidversuchen mit reinen Pulvern (Eisen, Magnesium, Aluminium, Thermit). Durchführung von Video-Analysen am Hot-Wire-Schneidprozess zur besseren Parameterfindung.
- Mit der Herstellung von Fülldrähten für die Schneidversuche mit Hot-Wire wurde begonnen, so dass zeitnah Versuche durchgeführt werden können.

4. Geplante Weiterarbeiten

Hot-Wire-Schneiden an Atmosphäre

- Kombination mit reinem Pulver
- Fülldrahtherstellung
- Kombination mit Fülldraht

Hot-Wire-Schneiden unter Wasser

- Prozessentwicklung
- Konstruktion und Aufbau des Werkzeuges und Versuchsstandes

LSI Schneiden

- Brennerentwicklung (Weiterführung)
- Aufbau Versuchsstand

Prozessanalyse

- Stromspannungsanalysen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Übersichtsvortrag zu dem Vorhaben auf der 4. Sitzung der Arbeitsgruppe „Stilllegungstechniken“ der Kerntechnischen Gesellschaft e. V. am 01.06.2010 und 02.06.2009 in Greifswald.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8709
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2010 bis 28.02.2013	Berichtszeitraum: 01.03.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 630.584,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Müller	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Forschungsvorhaben hat zum Ziel, die anfallenden Mengen an kontaminiertem Bauschutt beim Rückbau bzw. Abbruch kerntechnischer Anlagen zu minimieren. Hierbei stellt der gezielte Abtrag kontaminierter Betonrandzonen mittels der im vorliegenden Projekt untersuchten Mikrowellenmethode eine Möglichkeit dar.

Bei dieser Methode wird der Beton einem fokussierten Mikrowellenstrahl ausgesetzt, der eine Abplatzung dünner Oberflächenschichten zur Folge hat. Zielsetzung des vorliegenden Teilprojekts ist es, die materialtechnologischen Kenngrößen, die das Ablationsverhalten beeinflussen zu identifizieren und deren Einfluss auf das Ablationsergebnis zu quantifizieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Arbeitsprogramm ist in vier Arbeitspakete gegliedert. In diesen Arbeitspaketen soll das Ablationsverhalten verschiedener kraftwerkstypischer Betone infolge einer Mikrowellenbestrahlung systematisch, in Abhängigkeit von der jeweils vorhandenen Baustofffeuchte bzw. den jeweils vorliegenden thermisch-hygrischen Umgebungsbedingungen, analysiert und bewertet werden. Parallel hierzu wird das Ablationsverhalten einzelner Betonbestandteile – d. h. des Zementsteins und der verwendeten Gesteinskörnung – gesondert untersucht. Hierdurch kann ein allgemeines Verständnis der die Ablation beeinflussenden Kenngrößen gewonnen werden.

Die Aktivitäten im Arbeitspaket I sind hauptsächlich gekennzeichnet durch die Beschaffung von unbelasteten Proben aus Altbeton sowie der Herstellung von Laborbetonkörpern.

Das Arbeitspaket II beinhaltet die umfassende Charakterisierung der Bauwerks- und Laborproben, welche von besonderer Bedeutung für die spätere Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei der Ablösung oberflächennaher Betonschichten sind.

In Arbeitspaket III erfolgt die Prüfung der in den ersten beiden Arbeitspaketen gewonnenen bzw. hergestellten und konditionierten Probekörper in einer Mikrowellenbestrahlung – unter Variation der maßgebenden Parameter – zum Zwecke der Erzielung von Abplatzungen.

Das Arbeitspaket IV umfasst die Analyse und Bewertung von Verfahren zur Anhebung des Feuchtegehalts, die rechnerische Analyse des entwickelten Modells zur Beschreibung von Feuchteverteilungen in Betonrandzonen, die Erarbeitung von Empfehlungen zum Arbeitsschutz unter Anwendung des Verfahrens sowie die Erstellung des Schlussberichts.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Der Schwerpunkt der im Moment noch andauernden Recherchen liegt auf der Identifizierung üblicher Betonzusammensetzungen kerntechnischer Anlagen. Hierzu wurden auch verschiedene Gespräche mit Betreibern von kerntechnischen Anlagen geführt.

Bei einem Besuch des Kernkraftwerks Stade wurde den Verantwortlichen des Betreibers EON zunächst das Projekt MACOS vorgestellt [1]. Zielsetzung der Gespräche war es, möglichst umfassende Informationen zur Zusammensetzung und den Eigenschaften der in der Anlage verwendeten Betone zu gewinnen. Im Rahmen einer ausführlichen Begehung verschiedener Anlagenteile konnten weiterhin verschiedene Betonbauteile identifiziert werden, aus denen Proben für die Ermittlung der in-situ Bauteilfeuchte und zur Bestimmung der Betonzusammensetzung gewonnen werden können. Um Probleme, die aus einer möglichen Kontamination des Betons resultieren zu umgehen, wurden die Bauteile so gewählt, dass sie außerhalb des Sicherheitsbereichs liegen, von ihrer Zusammensetzung und den auf sie einwirkenden Umweltbedingungen jedoch identisch mit Proben aus dem Sicherheitsbereich sind. Im konkreten Fall handelt es sich bei dem zu untersuchenden Bauteil um den sog. Speisewasserkopf. Große Bereiche der Betonflächen sind hier durch eine Kunststoffbeschichtung versiegelt, so dass damit der Extremfall eines Betons mit sehr geringer Feuchte untersucht werden kann.

Hinsichtlich einer großtechnischen Probengewinnung hat der Betreiber zunächst Vorbehalte geäußert. Die geplanten und von EON genehmigten Voruntersuchungen gestatten es, eingehende Kenntnisse zur Zusammensetzung und den Eigenschaften besonders alter Kraftwerksbetone zu gewinnen. Die so gewonnenen Daten bilden eine ausreichende Grundlage für die Herstellung von Laborproben. Weitere Bereitschaft wurde hierzu durch den Betreiber des im Rückbau befindlichen Forschungsreaktors Jülich, die AVR GmbH, angezeigt.

Im Rahmen von Arbeitspaket I wurden weiterhin mehrere Treffen mit dem Projektpartner IHM durchgeführt (19.04.10, 18.05.10 und 14.06.10). Dabei wurde u. a. die Probengeometrie für erste Vorversuche und die Abstimmung der Versuchsaufbauten festgelegt. Um einen Einblick in die technischen Möglichkeiten beider Institute zu bekommen, fand eine Führung der Sachbearbeiter und technischen Mitarbeiter des Instituts für Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik (IHM) an der Materialprüfungsanstalt Karlsruhe (MPA) und am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie (IMB) durch die Versuchshallen und -räume statt.

Hinsichtlich der zuverlässigen Erfassung des Feuchtegehalts bzw. der Feuchteverteilung in Bauteilen und Probekörpern, wurden im Rahmen von Arbeitspaket I inzwischen umfangreiche Gespräche mit verschiedenen Herstellern für zerstörungsfreie Feuchtemesssonden durchgeführt. Für erste Testmessungen und Vorversuche wurde ein kleines Versuchsprogramm aufgestellt, dessen Ziel es ist, die grundsätzliche Anwendbarkeit dieser Messsysteme für spätere Untersuchungen zu erproben.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten im Teilprojekt des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie sind derzeit voll im Zeitplan. Der Schwerpunkt der nun folgenden Berichtsphase wird im Rahmen von Arbeitspaket I in der Gewinnung von Betonproben u. a. aus der Anlage Stade und in der Herstellung eigener Betonproben liegen. Dabei werden teilweise vorbereitende Arbeiten aus Arbeitspaket II miteinbezogen.

Zunächst werden unbelastete, kraftwerkstypische Teile von Wandscheiben aus Stahlbeton aus Bauwerken der Energietechnik entnommen. Insbesondere die Bestimmung der Betonfeuchten sowie die Erforschung des Sorptionsverhaltens der Probekörper sind von großem Interesse. Die Probekörper sollen zur weiteren Vorbereitung der geplanten Versuche hinsichtlich ihrer betontechnologischen Zusammensetzung, ihren mechanischen Eigenschaften und ihren hygroskopischen Zuständen unter den gegebenen Randbedingungen untersucht werden. Infolge einer grundlagenorientierten Herangehensweise erfolgt die Herstellung von Prüfkörpern aus bewehrten Laborbeton mit unterschiedlichen Bewehrungsgraden und -anordnungen sowie unterschiedlichen Betoneigenschaften. Des Weiteren sind – in direkter Zusammenarbeit mit dem Kooperationspartner – vorbereitende Schritte zur Anwendung der Mikrowellentechnologie vorgesehen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

In der bisherigen Bearbeitungszeit sind keine Berichte, Konferenzbeiträge und Veröffentlichungen in Zeitschriften o. ä. publiziert worden. Die Veröffentlichungen beschränken sich auf einen Arbeitsvortrag im Kraftwerk Stade.

[1] Haist, M.: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kern-technischer Anlagen. Vortrag bei Fa. EON, Kernkraftwerk Stade, Juni 2010

Zuwendungsempfänger: Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen		Förderkennzeichen: 02 S 8719
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2010 bis 28.02.2013	Berichtszeitraum: 01.03.2010 bis 30.06.2010	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 945.788,00 EUR	Projektleiter: Dr. Link	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In den kommenden Jahren ist der Rückbau bzw. der Abbruch zahlreicher Gebäude kerntechnischer Anlagen geplant. Im Sinne der Minimierung der nach dem Atomgesetz endzulagernden Mengen an Abbruchmaterial kommt der eingesetzten Abbruchtechnik eine hohe Bedeutung zu. Eine Möglichkeit, die anfallenden Mengen an kontaminiertem Bauschutt zu minimieren, stellt der gezielte Abtrag kontaminierter Betonrandzonen mittels der im vorliegenden Projekt untersuchten Mikrowellenmethode dar. Bei dieser Methode wird der Beton einem fokussierten Mikrowellenstrahl ausgesetzt, der eine Abplatzung dünner Oberflächenschichten zur Folge hat. Das Ablationsverhalten des Betons wird dabei maßgeblich durch dessen physikalische Eigenschaften, insbesondere durch den Feuchtegehalt bestimmt. Zielsetzung des vorliegenden Teilprojekts ist es, die materialtechnologischen Kenngrößen, die das Ablationsverhalten beeinflussen zu identifizieren und deren Einfluss auf das Ablationsergebnis zu quantifizieren. In diesem Zusammenhang sollen zunächst verschiedene Möglichkeiten bzw. technische Maßnahmen zur kurz- oder mittelfristigen Anhebung des tatsächlich in den abzutragenden Betonoberflächen vorliegenden Feuchtegehalts geprüft und bewertet werden. Anschließend sollen durch eine geeignete Vorbehandlung die erforderlichen thermisch-hygrischen Randbedingungen für den wirtschaftlichen Einsatz der Mikrowellentechnologie geschaffen werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Projekt ist in fünf Arbeitspakete (AP) gegliedert.

AP1 dient der Design und Konzeptionsphase des zu entwickelnden Mikrowellensystems unter Berücksichtigung geltenden EMV-Richtlinien.

Im AP2 werden Simulationsmodelle zur Wellenausbreitung als auch zur Wechselwirkung mit dem Beton entwickelt.

Dies wird in AP3 durch dielektrische Messungen an Betonproben in Abhängigkeit diverser Materialkenngrößen unterstützt.

In AP4 werden Prototypen zur Mikrowellenablation aufgebaut und getestet und in AP5 für realistische Demonstratorbauteile optimiert.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im zurückliegenden Berichtszeitraum wurden verschiedenen Konzepte für eine Mikrowellenbasierte Ablationstechnologie untersucht mit dem Ziel, einen fokussierenden, volumetrischen Eintrag der Mikrowelle in die Oberfläche der Betonstruktur mit einer kostengünstigen Anlagentechnik zu erzielen. Dabei sollte der Materialabtrag berührungslos und effizient sein. Das bisher favorisierte Konzept besteht aus mehreren leistungsfähigen Hochleistungsmikrowellenquellen bei einer Frequenz von 2,45 GHz mit entsprechenden Launchern aus WR340 Standard Rechteckhohlleitern. Ein anschließender Wandler koppelt die einlaufenden TE₀₁ Rechteckhohlleitermoden in die TM₀₁ Mode einer zylindrischen Struktur. Durch ein geeignetes Design des zylindrischen Wellenleiters und durch ein daran anschließende nichtlineare Transmissionslinse wird in einer Entfernung von 50 bis 100 cm ein fokussierter Mikrowellenstrahl mit hoher Leistungsdichte generiert. Dieser Abstand soll den Mikrowellenradiator, insbesondere die Linse vor eventuell herumfliegenden Bauschutt schützen. Während für die Berechnung der Linsengeometrie analytische Verfahren, basierend auf dem Fermat'schen Prinzip, verwendet wurden, kam für die elektromagnetische Feldberechnung die kommerzielle Software CST Microwave Studio zum tragen. Für einen ersten Testaufbau wurde bereits ein 10 kW Mikrowellenkopf bestellt.

Während des ersten Berichtszeitraumes wurden mehrere Treffen der Projektpartner organisiert (19.04.; 18.05; 14.06.2010) für das gegenseitige Kennenlernen der am Projekt beteiligten Sachbearbeiter und technischen Mitarbeiter der beteiligten Institute. Darüber hinaus wurden wichtige technische Schnittstellen zwischen beiden Projekten definiert und hinsichtlich der einzuhaltenden Werte festgelegt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Mit dem bestellten 10 kW Mikrowellenkopf wird, nach Lieferung, ein erster Testaufbau realisiert. Eine Linse aus Teflon gemäß der berechneten Kontur wird in der institutseigenen Werkstatt hergestellt für erste Tests vorbereitet. Die Innenkontur des Radiators wird über CST Microwave Studio weiter optimiert, ebenso können Parameter für die Linse numerisch optimiert werden.

Zur Charakterisierung der Betonproben nach ihren Mikrowelleneigenschaften wird ein Messplatz für dielektrische Messungen aufgebaut. Erste Messungen mit der am KIT Campus Süd vorbereiteten Betonproben mit Variationen in Zusammensetzung, Feuchte und Armierung werden durchgeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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 📖 40 |
| Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen | |
| 02 S 8619 | EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG) 📖 72 |
| Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin | |
| 02 S 8588 | Handhabungs- und Transportkonzepte zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau: Entwicklung rechnerischer Analysemethoden für stoßdämpfende Strukturen beim Anprall oder Absturz von Abfallgebinden (ENREA) 📖 66 |
| DBE Technology GmbH, Eschenstr. 55, 31224 Peine | |
| 02 S 8679 | Status quo der Lagerung ausgedienter Brennelemente aus stillgelegten / rückgebauten deutschen Forschungsreaktoren und Strategie (Lösungsansatz) zu deren künftigen Behandlung / Lagerung 📖 84 |
| 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> 📖 34 |
| Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena | |
| 02 S 8517 | Uranaufnahme 📖 54 |
| 02 S 8528 | Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) 📖 56 |
| Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mit beschränkter Haftung, Schwertnergasse 1, 50667 Köln | |
| 02 S 8578 | Strahlenschutzaspekte bei der Auswahl von Abbau- und Dekontaminationstechniken 📖 64 |
| GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt | |
| 02 S 8355 | Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen - <i>Strahlenforschung</i> 📖 30 |
| 02 S 8497 | Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen - <i>Strahlenforschung</i> 📖 50 |
| HERRENKNECHT AG, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau | |
| 02 S 8649 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) 📖 78 |

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe
--

- | | | |
|-----------|--|----|
| 02 S 8477 | Regulation der Nicht-homogenen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikation
- <i>Strahlenforschung</i> | 46 |
| 02 S 8548 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | 60 |
| 02 S 8608 | ASTU Automatisierte Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage | 70 |
| 02 S 8659 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | 80 |
| 02 S 8709 | Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | 90 |

Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

- | | | |
|-----------|--|----|
| 02 S 8437 | Verbundprojekt: Metal Matrix Composites als Schneidwerkstoff für Metallverbundstrukturen beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen | 38 |
| 02 S 8487 | Konstruktion, Herstellung, Beschichtung, Prüfung und Handhabung langzeitstabiler Gebinde zur sicheren Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen | 48 |
| 02 S 8629 | Prozessentwicklung zur trockenen Bearbeitung von metallischen und mineralischen Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ProBeSt) | 74 |
| 02 S 8689 | TENORM-Sanierung im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzungen und Alltagswahrnehmung - TESSA | 86 |
| 02 S 8699 | Innovative Lichtbogenverfahren für die Stilllegung und den Rückbau kerntechnischer Anlagen - Hot-Wire-Plasmaschneiden und Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden (Inno-Cut) | 88 |

Ludwig-Maximilians-Universität München, Geschwister-Scholl-Platz 1, 80539 München
--

- | | | |
|-----------|---|----|
| 02 S 8457 | Untersuchung von epigenetischen Effekten nach Bestrahlung menschlicher Zellen
- <i>Strahlenforschung</i> | 42 |
|-----------|---|----|

SAT Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms
--

- | | | |
|-----------|---|----|
| 02 S 8639 | Neue Verfahrenstechnik zur Dekontamination und Probenahme in kontaminierten Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik | 76 |
|-----------|---|----|

Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

- | | | |
|-----------|--|----|
| 02 S 8719 | Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | 92 |
|-----------|--|----|

Technische Universität Darmstadt, Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt
--

- | | | |
|-----------|---|----|
| 02 S 8335 | Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung
- <i>Strahlenforschung</i> | 28 |
|-----------|---|----|

Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden
--

- | | | |
|------------------|---|------|
| 02 S 8538 | Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließender Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) | 📖 58 |
| 02 S 8558 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | 📖 62 |

Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München
--

- | | | |
|------------------|--|------|
| 02 S 8376 | Bestimmung von Endlager-relevanten, langlebigen Radionukliden mittels radiometrischer und spezieller massenspektrometrischer Verfahren | 📖 32 |
| 02 S 8507 | Verfahren zur selektiven Tritium-Extraktion aus wässrigen Abfalllösungen und langzeitstabilen Bindung auf einem Träger | 📖 52 |
| 02 S 8669 | Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle | 📖 82 |

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

- | | | |
|------------------|--|------|
| 02 S 8467 | Regulationsmechanismen eukaryotischer DNA Replikation nach Bestrahlung
<i>- Strahlenforschung</i> | 📖 44 |
|------------------|--|------|

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

- | | | |
|------------------|---|------|
| 02 S 8427 | Genomische Instabilität durch Doppelstrangbrüche: Bedeutung des Single-strand annealing
<i>- Strahlenforschung</i> | 📖 36 |
|------------------|---|------|

WTI Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Karl-Heinz-Beckurts-Str. 8, 52428 Jülich

- | | | |
|------------------|---|------|
| 02 S 8598 | Qualifikation und Erprobung von stoßdämpfenden Strukturen und Materialien zur Optimierung/Reduzierung der Beanspruchung von Verpackungen zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau (QUEST) | 📖 68 |
|------------------|---|------|