

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

PTE-S Nr. 22

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

Berichtszeitraum: 1. Januar - 30. Juni 2011

Projektträger Karlsruhe
Wassertechnologie und Entsorgung
(PTKA-WTE)

September 2011

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
www.ptka.kit.edu/wte/287.php

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 726, 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“, gliedert nach

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

Da Referat 726 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	97

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011
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

Nachdem Ende 2010 die 38 m- und 34 m-Bühne des Schutzbehälters komplett demontiert waren, wurden die *drei Mischkühler* ausgebaut und zur Dekontamination und Zerlegung dem Forschungszentrum Jülich übergeben. *Das Verschlussystem 1* wurde entfernt, das *Verschlussystem 2* fertig gestellt und die *Belüftungsanlage* im Schutzbehälter umgebaut. Somit konnten die Demontearbeiten unterhalb des Verschlussystems 2 fertig gestellt werden. Demontiert wurden: der *Verweniger* im Beschickungsraum (5 m-Bühne), das *Sperrspaltrohr* zwischen der 17 m- und 11 m-Bühne, die Rohrleitungssysteme und Elektroinstallation im Umgang 17 m. Weiterhin wurden insgesamt 120 Gebinde Ringkanalschüttung abgesaugt.

Die *Reaktorbehälter-Zwischenlagerhalle* ist fertig gestellt. Zurzeit wird sie zur sicheren Aufbewahrung von Komponenten der Reaktorbehälterhandhabung genutzt. Die *Lagerhalle 5* für radioaktive Abfälle und Reststoffe kann uneingeschränkt genutzt werden.

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

- Trennen der Rohrleitungen und Stutzen von der 17 m bis 30 m-Bühne
- Zerlegen und Granulieren der Bühnen-Bodenplatten
- Herstellung der Straßenführung für den Transport des Reaktorbehälters auf dem AVR-Gelände

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

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

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

5. Kosten

Kosten bisher (von 1987 bis 2010):	366,9 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum Januar-Juni 2011:	9,0 Mio. €
Zukünftige Kosten:	<u>67,8 Mio. €</u>
	443,7 Mio. €

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

AVR hat im Sept. 2011 einen Nachtragshaushalt in Höhe von 2,3 Mio. € angemeldet.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011
Gesamtkosten des Vorhabens: 113,0 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Ebeling

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft (WAK GmbH) betreibt Anlagen zur Entsorgung von radioaktiven Abfällen und Reststoffen aus den Rückbau- und Entsorgungsprojekten der Gesellschaft sowie weiterhin am Standort vorhandenen Einrichtungen (KIT, ITU, LSSStBW). Im Rahmen freier Kapazitäten erbringt sie Konditionierungsleistungen für Dritte.

Gegenwärtig werden von der HDB folgende Anlagen betrieben:

- LAW-Eindampfung I und II
- Zementierung
- LAW-Verschrottung
- MAW-Verschrottung
- Geräte-Dekontamination
- Verbrennungsanlage
- Reststofflager
- Zwischenlager für radioaktive Reststoffe und Abfälle
- Analytische Anlagen: Radiochemisches Labor, Fassmess-Anlage, Freimess-Labor.

Parallel zum Fortschritt der Arbeiten bei den Rückbauprojekten der WAK GmbH wurden/werden nicht mehr benötigte Anlagen zurückgebaut. Derzeit läuft der Rückbau der Abwasser-Sammelstation.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

LAW-Eindampfungsanlage und Zementierung, 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):

Für die zu entsorgenden Massen der Gebäudestruktur wurde ein Antrag auf Freigabe nach §29 gestellt.

3. Geplante Weiterarbeit

LAW-Eindampfung I u. Zementierung II (Bau 545):

Nach Abschluss des VEK Betriebes sowie nach der Verarbeitung des Flüssigabfalls in der LAW-Eindampfung und Zementierung wird das Genehmigungsverfahren in 2011 wieder aufgenommen, um mit den Rückbauarbeiten beginnen zu können.

Abwasser-Sammelstation Y561 C1 (Bau 561):

Nach Rückstellung des Gebäudeabrisses in 2010 (Prüfung, ob alternative Verwendung möglich) wird dieser im II. Halbjahr 2011 durchgeführt.

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

R. Müller, Dr. L. Dörr, A. Roth/WAK GmbH: „Verbrennung radioaktiver Reststoffe, Betriebsergebnisse in der HDB“, April 2011, KONTEC, Dresden

C. Gürtler, Dr. C. Rittmeyer/WAK GmbH: „Herleitung des Stoffvektors HDB-Asche“, April 2011, KONTEC, Dresden

5. Kosten

Kosten bisher (von 1994 bis 12/2010):	13,0 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (01.01.-30.06.2011):	0,1 Mio. €
Zukünftige Kosten:	99,9 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land BW 10 %

Die vorliegende Kostenschätzung wird derzeit auf Basis des erreichten Stands der Reststoffverarbeitung und Rückbauprojekte am Standort aktualisiert.

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 2019	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011
Gesamtkosten des Vorhabens: 378 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.

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 sind vollständig abgeschlossen)
- 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“)

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

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

Die Demontage der Wärmeisolierung wurde abgeschlossen, der Ausbau und die Zerlegung der Natrium-Austrittleitungen wurden durchgeführt, insgesamt wurden 8 Mg Reststoffe aus der Einhausung ausgeschleust.

Die Erprobung des Hebewerkzeugs für den Ausbau der Primärabschirmung wurde aufgrund von aufgetretenen Störungen mehrfach unterbrochen. Für eine detailgetreue Erprobung des Ausbaus der Messkammer wurde der Mock-Up umgebaut und eine Messkammer mit Bleifüllung eingebaut. Es wurden Änderungen an der Verdrehsicherung und Reparaturen am Hebewerkzeug vorgenommen.

Für das atomrechtliche Aufsichts- und Genehmigungsverfahren wurde die Ausführungsbeschreibung (AB) 2.4 „Vorbereitende Arbeiten zum Ausbau der Primärabschirmung“ in Revision eingereicht. Für den Umbau des Plattenwagens und das Setzen der Verschlussplatte (für den Einbau der Verdrehsicherung) wurde vom Gutachter und der Behörde eine Vorabfreigabe erteilt.

Die Fortführung der weiteren Planung des Rückbaus des Biologischen Schildes und die Prüfung der Entwürfe für die entsprechenden Leistungsbeschreibungen wurden ausgeschrieben.

Für den Ausbau der Primärabschirmung wird durch die Energiewerke Nord GmbH (EWN) ein Back-Up-Konzept geplant und eine Machbarkeitsstudie durchgeführt.

Die fünfte von insgesamt sechs kleinen Natrium-Kühlfallen wurde in 16 Segmente zerlegt und diese anschließend komplett gewaschen.

Mit der Zerlegung und Entsorgung der großen Natrium-Kühlfalle aus dem Sekundärkreislauf wurde begonnen (durch Fa. NDSL, Schottland). Nach Vorliegen der Genehmigung wurde mit der Zerlegung begonnen. Hierzu wurde die große Kühlfalle in eine Handschuhbox in der Gerätedekontamination der HDB eingestellt. Die Kühlfalle wird zerlegt und das enthaltene Natrium in Fässer verpackt und nach England abtransportiert.

3. Geplante Weiterarbeit

9. SG:

Fortführung der vorbereiteten Arbeiten zum Ausbau der Primärabschirmung. Schulung der Betriebsmannschaft und Erprobung des Hebwerkzeugs im Mock-Up für den Ausbau der Primärabschirmung; Fortsetzung der Planung für den Abbau des Biologischen Schildes. Einreichung der Ausführungsbeschreibung 2.5 „Ausbau und Zerlegung der Primärabschirmung“. Erstellen einer Änderungsanzeige für das Back-Up-Konzept für den Ausbau der Primärabschirmung. Abschluss der Arbeiten zur Zerlegung und Entsorgung der großen Kühlfalle.

10. SG:

Einreichung Sicherheitsbericht.

Natrium-Kühlfallen:

Zerlegung und Waschen der Zerlegteile der fünften Kühlfalle.

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

A. Graf/WAK, J. Fleisch/WAK, S. Klute/SNT „Remote-Controlled Dismantling of the Thermal Isolation and Preparations for the Primary Shield Removal“, WM 2011 Symposium, 01.03.2011

S. Neff/WAK, A. Graf/WAK, H. Petrick/WAK „Fernhantierter Rückbau der Wärmeisolierung der KNK - Erfahrungen und Ausblick“, KONTEC 2011, 07.04.2011

A. Graf/WAK, J. Fleisch/WAK, S. Klute/SNT, E. Koselowski/SNT „Fernhantierte Demontage der Wärmeisolierung und Vorbereitungen zum Ausbau der Primärabschirmung“, Jahrestagung Kerntechnik 2011, 18.05.2011

5. Kosten

Kosten bisher (von 1992 bis 12/2010):	285,4 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum: (01.01.-30.06.2011)	4,1 Mio. €
Zukünftige Kosten:	88,5 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

Die Projektkostenschätzung wurde auf Basis des erreichten Projektfortschritts aktualisiert. Die Änderungen in der Laufzeit und den Gesamtkosten des Vorhabens wurden von der GRS im Auftrag der EWN GmbH bestätigt.

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 2015	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011
Gesamtkosten des Vorhabens: 351 Mio. €	Projektleiter: Dipl.-Ing. Eisenmann

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Der Mehrzweckforschungsreaktor im Forschungszentrum Karlsruhe war ein schwerwassergekühlter und -moderierter Druckwasser-Reaktor (elektrische Bruttoleistung 57 MW_{el}). Von 1965 bis 1984 diente er u. a. als Testreaktor zur Entwicklung von Schwerwasser-Systemen und zur Erprobung von Brennelementen. Neben der Stromerzeugung diente ein Teil der erzeugten Wärme zur Gebäudeheizung. Nach der Abschaltung 1984 wurden die Brennelemente entladen und bis 1987 das Schwerwasser aus der Anlage entfernt. Mit der eigentlichen Stilllegung wurde 1985 begonnen.

Das 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 Biologischen Schildes, Dekontamination und Abriss der Gebäude (8. SG).

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Tätigkeiten im Reaktorgebäude: Beim Rückbau des aktivierten Teils des Biologischen Schildes wurden im Reaktorgebäude in den ersten 6 Monaten des Jahres 2011 ca. 140 Mg Schwerbeton abgebaut, verpackt und ausgeschleust.

Im Rahmen des Rückbaus nicht mehr benötigter Einrichtungen wurden ca. 40 Mg Stahlschrott verpackt.

Tätigkeiten in anderen Gebäuden: Im Beckenhaus wurde die Montage der Ersatzlüftung abgeschlossen. Des Weiteren wurden ca. 2.600 m Kabel demontiert, die kontaminierte Ummantelung entfernt und entsorgungsgerecht verpackt.

Im Sammelbehälterhaus sowie im Montage- und Lagergebäude wurden die Ersatzlüftungen montiert.

Aus Dekontaminationsarbeiten in den weiteren Gebäuden wurden ca. 26 Mg Beton zur Konditionierung abgegeben.

Im Rahmen des Restbetriebs wurden an mehreren Gebäuden Wartungs- und Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt (Regenfallrohre, Personensicherungsanlagen, Dachsanierung).

3. Geplante Weiterarbeit

8. SG:

Weiterführung der Demontage gemäß den Ergebnissen der radiologischen Messungen und Verpacken des aktivierten Betons. Rückbau nicht mehr benötigter Demontageeinrichtungen. Planung zum Gebäudeabriss und den begleitenden Beprobungen zur Freigabe nach § 29 StrlSchV 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

E. Prechtl, W. Süßdorf, B. Eisenmann, J. Fleisch/WAK-GmbH Eggenstein-Leopoldshafen; W. Huber, S. Klute/SNT GmbH, Heidelberg: „Der Mehrzweckforschungsreaktor (MZFR) in der letzten Phase des Rückbaus: Erfahrungen aus dem fernhantierten Abbau des Biologischen Schildes“; KONTEC, April 2011, Dresden

5. Kosten

Kosten bisher (von 1985 bis 12/2010):	290,4 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (01.01.-30.06.2011):	7,7 Mio. €
Zukünftige Kosten:	55,7 Mio. €
Geldgeber:	Bund 100 %

Die Projektkostenschätzung wurde auf Basis des erreichten Projektfortschritts aktualisiert. Die Änderungen in der Laufzeit und den Gesamtkosten des Vorhabens wurden von der GRS im Auftrag der EWN GmbH bestätigt.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011
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 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 durchgeführt. Das Forschungszentrum hat bis Ende 2005 die Errichtung der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) abgewickelt.

Für die weitere Abwicklung des Gesamtprojektes Stilllegung und Rückbau WAK einschließlich der Errichtung und des Betriebes der VEK ist seit dem 01.01.2006 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.

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 Betriebshandbuches sollen die betrieblichen Aktivitäten auf das Niveau eines reinen Rückbauprojektes reduziert werden: Dieser Schritt ist in der Ausführung.
5. Stufenweiser Rückbau der HAWC-Lagergebäude LAVA/HWL und der VEK: Dies erfolgt in 10 Rückbaubereichen (RB), die jeweils einzeln zu genehmigen sind.
 - RB 5.1: Die Errichtung des HWL-Anbaus Süd ist abgeschlossen.
 - RB 5.2: Die fernhantierte Demontage der MAW-Behälter im HWL Raum 6 ist abgeschlossen; Rohrleitungen, Abluftkanäle und Halterungen befinden sich in der fernhantierten Demontage.
 - RB 5.3: Die Genehmigung für den fernhantierten Rückbau der HAWC-Behälter liegt vor. Außerbetriebnahmen und Umschlussmaßnahmen im HWL werden durchgeführt.
 - RB 5.4: Die Antragsunterlagen für den fernhantierten Rückbau der LAVA-Zellen L3 – L5 sind eingereicht und befinden sich in der Begutachtung.
 - RB 5.8.: Die Planungen zum fernhantierten Rückbau der VEK haben begonnen.
6. Konventioneller Abriss der Gebäude und Rekultivierung des Geländes.

Vor der Durchführung der Schritte 4, 5 und 6 wurden ca. 60 m³ HAWC (9*10¹⁷ Bq β-, γ-Strahler und 8*10¹⁵ Bq α-Strahler) in 2009/2010 in der VEK verglast.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

5 CASTOR-Behälter mit 140 Kokillen aus dem Betrieb der Verglasungsanlage Karlsruhe (VEK) wurden in das Zwischenlager Nord der EWN GmbH in Rubenow/M.V. verbracht.

Im ersten Halbjahr 2011 wurden aus dem Prozessgebäude (Schritt 3), entsprechend dem Rückbauprogramm, ca. 140 Mg Demontagemasse (Stahlbau, Beton und Kabel) ausgebracht.

Im Rahmen der Deregulierung nach Verglasungsende (Schritt 4) wurde die Normal-Netzversorgung erweitert und eine Unterbrechungsfreiestromversorgungs-Anlage in Betrieb genommen. Die Not-II Netzversorgung (2 Diesellaggregate) wurde nach Außerbetriebnahme bzw. Umschluss der Verbraucher außer Betrieb genommen und demontiert. Die 12- und 5-bar Dampfversorgungen wurden außer Betrieb genommen. Der Umbau der LA-VA-Lüftungsanlage (neue Steuerung und Außerbetriebnahme von Teilkomponenten) wurde weitgehend durchgeführt. Im LAVA-Kamin wurde eine neue Emissionsüberwachung eingebaut.

Im Schritt 5 wurde der fernhantierte Rückbau der MAW-Behälter HWL (HAWC-Anlagen RB 5.2) abgeschlossen. Die Planungen für weitere Rückbaubereiche sind in Arbeit.

3. Geplante Weiterarbeit

VEK: Fortführung der verfahrens- und leittechnischen Außerbetriebnahmen.

Schritt 3: Fortführen der Demontagearbeiten in Zellen und Räumen. Fortführung radiologischer Messungen und Dekontaminationsarbeiten.

Schritt 4: Fortführung der Umsetzung der Deregulierungsmaßnahmen.

Schritt 5: RB 5.2: Dekontamination des Raums 6 im Anbau-Süd.

RB 5.3: Fortführung der Außerbetriebnahmen.

RB 5.4: Abschließendes Gutachten und Genehmigung werden erwartet.

RB 5.8: Arbeiten an der Genehmigungsplanung für den fernhantierten Rückbau der VEK.

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

J. Dux, M. Ripholz, F.-J. Schmitz/WAK GmbH: „Gezielte Anlagedekontamination zur Vorbereitung des fernhantierten Rückbaus am Beispiel der Verglasungsanlage VEK“, 07.04.2011, KONTEC, Dresden

A. Reichert/WAK GmbH, C. Naber/KIT Campus Nord: „Freigabe eines Gebäudeteils/ Raum mit aktivierten Wandstrukturen nach § 29 StrlSchV unter Anwendung großer Mittelungsgrößen“, April 2011, KONTEC, Dresden

H. Praxl, W. Lutz, A. Eissler/WAK GmbH: „Effektive Arbeitsverfahren zur Dekontamination von Gebäudefügen und schwer zugänglichen Bereichen“, April 2011, KONTEC, Dresden

O. Fath, J. Dux, T. Eberhard et. al./WAK GmbH: „Fernhantierte Demontage von HAW-Behältern - Erster Einsatz der Technik unter heißen Bedingungen“, April 2011, KONTEC, Dresden

Dr. G. Kremer/IABG, Dr. T. Hassel/Institut für Werkstoffkunde, Leibniz Universität Hannover, K. Heger/WAK GmbH, et. Al.: „Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld“, 06. April 2011, KONTEC, Dresden

J. Dux, B. Latzko, N. Rohleder/WAK GmbH, J. Pöppinghaus/GNS, Essen, J. Klöckner/WTI Jülich, „Die Verglasungsanlage Karlsruhe nach Betriebsende – Konzept für den fernhantierten Rückbau“, 18. Mai 2011, Jahrestagung Kerntechnik, Berlin

C. Freund, Prof. Dr. Gentes/KIT, J. Dux, J. Reinelt/WAK GmbH, „Moderne Methoden der Projektabwicklung – Lean Management beim Rückbau kerntechnischer Anlagen am Beispiel der Verglasungsanlage VEK“, 19. Mai 2011, Jahrestagung Kerntechnik, Berlin

Dr. J. Fleisch, F.-J. Schmitz, Dr. M. Weishaupt/WAK GmbH, Dr. W. Grünwald, Dr. G. Roth, W. Tobie/INE, „Verglasung des HAWC der WAK – eine Erfolgsgeschichte“, 19. Mai 2011, Jahrestagung Kerntechnik, Berlin

J. Reinelt/WAK GmbH: „Kostenverläufe/-verursacher, Soll/Ist-Vergleiche“, KIT-Vorlesungsreihe "Rückbau kerntechnischer Anlagen“, 01.06.2011, Karlsruhe

5. Kosten

Kosten bisher (von 07/1991 bis 12/2010):	1.632,3 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (01.01.-30.06.2011):	34,3 Mio. €
Zukünftige Kosten (PKS 2007):	964,4 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 Fortführung gemäß Rahmenvertrag	Berichtszeitraum: <i>Jahresbericht 2010</i>
Gesamtkosten des Vorhabens: 94,5 Mio. €	Projektleiter: Dr. G. Dietrich

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Anlage THTR 300 war als Prototyp für Kernkraftwerke mit Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktor errichtet worden. Sie war ein mit Helium gekühlter grafitmoderierter Reaktor mit kugelförmigen keramischen Betriebselementen. Es handelte sich um eine Zweikreisanlage, bestehend aus einem Helium-Primärkühlkreislauf mit nach geschaltetem Wasserdampfkreislauf und trockener Rückkühlung. Zum 1. September 1989 wurde der Beschluss zur Stilllegung der Anlage und Überführung in den sicheren Einschluss gefasst. In der Zeit von September 1989 bis September 1997 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 2010 ist für die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300:

das 21. Jahr nach der Abschaltung,

das 15. Jahr nach der Beendigung der Entladung des Reaktorkerns,

das 13. 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 2010 war kein meldepflichtiges Ereignis zu verzeichnen.

2010 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 0,01 % des genehmigten Ableitungsgrenzwertes über der Nachweisgrenze.

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 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 2035 zur Verfügung stehen wird. Das Moratorium ist beendet worden und die Erkundungsarbeiten werden seit Ende 2010 weitergeführt.

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 offiziell derzeit noch von einer Inbetriebnahme im Jahr 2014 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 Motoren. 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:	47 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: 01.01.2011 bis 30.06.2011
Gesamtkosten des Vorhabens: 93,1 Mio. €	Projektleiter: N. Stehr

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG), vormals GKSS Forschungszentrum GmbH, ist Betreiber des Forschungsreaktors FRG-1, des Bereiches „Heißes Labor“ (HL) sowie der Landessammelstelle für die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle. Nach planmäßiger Beendigung des FRG-1- Leistungsbetriebs am 28. Juni 2010 erfolgte der Übergang in die Nachbetriebsphase. Das Stilllegungskonzept sieht einen vollständigen Abbau der Anlagen einschließlich der Teile des stillgelegten Forschungsreaktors FRG-2 vor.

In der Zuständigkeit des HZG befinden sich außerdem die in Zwischenlagerung befindlichen radioaktiven Komponenten des stillgelegten Kernenergieforschungsschiffes NS Otto Hahn (OH). Im Projekt MAREN 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.

Das Projekt MAREN gliedert sich in folgende Teilprojekte:

- Stilllegung und Abbau FRG 1 + 2
Vorbereitung, Demontage, Konditionierung und Überführung in ein Bundesendlager
- Stilllegung und Abbau Heißes Labor (HL)
Vorbereitung, Demontage, Konditionierung und Überführung in ein Bundesendlager
- Management und Entsorgung von Altlasten aus dem Betrieb FRG-1 und der Wiederaufarbeitung (WA) bestrahlter Versuchsbrennstäbe der Otto Hahn, Konditionierung der aus der WA anfallenden Abfälle, Zwischenlagerung der Abfälle, Überführung in ein Bundesendlager
- Betrieb und Stilllegung Bereitstellungshalle, HAKONA und Landessammelstelle
Vorbereitung, Konditionierung und Überführung in ein Bundesendlager

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten mit Priorität abgewickelt:

- Konditionierung feste radioaktive Abfälle
Sachverständigentätigkeiten, Dokumentation und Vorbereitung Rückführung abgefertigter Mengen. Gebindebereitstellung zur Konditionierung einer weiteren Charge
- FRG-MAW Reflektoren, Steuerstäbe
Bestandsaufnahme, Charakterisierung sowie Konzeptentwicklung Konditionierung

- Vorbereitung Abbau
Dokumentation und statische Untersuchungen hinsichtlich Rückbau Reaktor und Heißes Labor, Modernisierung der Alarm und Kontrolleinrichtungen für die kerntechnischen Bereiche im Hinblick auf zu erwartende behördliche Auflagen, Ertüchtigung und Modernisierung Messeinrichtungen, Materialbehandlung und Infrastruktur
- Demontearbeiten
Vorbereitung bzw. erfolgter Rückbau diverser FRG-1- Strahlrohre, Experimentiereinrichtungen sowie Komponenten der Kalten Neutronenquelle. Demontage Versorgungsleitungen und Meldeeinrichtungen der Versuchshalle im Reaktorgebäude, Demontage und ggf. Freimessung von nicht für die Nachbetriebsphase notwendigen Kleingeräten und Ausstattungen
- Längerfristige Zwischenlagerung
Notwendige Wartungs- und Infrastrukturmaßnahmen (Wartung / Instandhaltung / Ertüchtigung im Heißen Labor und in den Lagerbereichen, Sachverständigentätigkeit)

3. Geplante Weiterarbeit

- Konditionierung LAW: Verbrennung, Einschmelzung und HD-Verpressung von FRG- und OH-Abfällen, Rückführung abgefertigter Gebinde, Datenübertragung Dokumentation, Mengenerhöhung
- Entsorgung FRG- Brennelemente: Vorbereitung Brennelemente- Transport 2012
- Konditionierung MAW: Koordinierung, Behälterbeschaffung, Anlagenertüchtigung, Sortierung und Vorbereitung Konditionierung
- Betriebsabwässer: Abtransport betrieblicher Abwässer zur Konditionierung bei FZJ
- Demontearbeiten: Abriss FRG-1 Kühlturm sowie Verpackung und Transport diverser Beamlines
- Vorbereitung Stilllegung und Rückbau: Kosten- und Prozessplanung, Massenerfassung, Ertüchtigung und Modernisierung Messeinrichtungen, Materialbehandlung und Infrastruktur
- Vorplanung und Erstellung von Unterlagen: Erstellung der Antrags- und Genehmigungsunterlagen für Stilllegung und Abbau der kerntechnischen Einrichtungen, Sachverständigentätigkeit und Koordination
- Längerfristige Zwischenlagerung, bauliche Maßnahmen: Bereitstellung erforderlicher Infrastrukturmaßnahmen, Gewährleistung der sicheren Zwischenlagerung

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

Keine.

5. Kosten

Kosten bisher (von 2002 bis 2010):	32,8 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	1,2 Mio. €
Zukünftige Kosten:	59,1 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 8477	Regulation der Nicht-homologen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikation	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 32
* 02 S 8497	Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen	Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt	📖 34
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	📖 36
02 S 8538	Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließender Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST)	TU Dresden	📖 38
02 S 8548	Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 40
02 S 8558	Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie	TU Dresden	📖 42
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	📖 44
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	📖 46

02 S 8608	ASTU Automatische Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 48
02 S 8619	EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG)	Brenk Systemplanung GmbH, Aachen	📖 50
02 S 8629	Prozessentwicklung zur trockenen Bearbeitung von metallischen und mineralischen Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ProBeSt)	Leibniz Universität Hannover	📖 52
02 S 8639	Neue Verfahrenstechnik zur Dekontamination und Probenahme in kontaminierten Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik	SAT Kerntechnik GmbH, Worms	📖 54
02 S 8649	Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS)	HERRENKNECHT AG, Schwanau	📖 56
02 S 8659	Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 58
02 S 8669	Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle	TU München	📖 60
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	📖 62
02 S 8689	TENORM-Sanierung im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzungen und Alltagswahrnehmung - TESSA	Leibniz Universität Hannover	📖 64
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	📖 66
02 S 8709	Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 68
02 S 8719	Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)	Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 70
02 S 8720	Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS)	Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Krefeld	📖 72
02 S 8730	Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS)	Leibniz Universität Hannover	📖 74

02 S 8740	Erprobung elektrochemischer Abtragstechnologien für den Rückbau stark armerter Betonstrukturen und das Zertrennen starkwandiger Bauteile in kerntechnischen Anlagen	Verein für Verfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Dresden	📖 76
02 S 8750	Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld	Leibniz Universität Hannover	📖 78
02 S 8760	Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld	Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung, Ottobrunn	📖 80
02 S 8770	Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 82
02 S 8780	Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung	EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe	📖 84
02 S 8790	Entsorgung von bestrahltem Graphit	Forschungszentrum Jülich GmbH	📖 86
02 S 8801	Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall- und Reststofflösungen	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V.	📖 88
02 S 8821	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 90
02 S 8831	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN)	Schrott-Wetzel GmbH, Mannheim	📖 92
02 S 8841	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN)	Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Karlsruhe	📖 94

*** 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 31.12.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 675.187,00 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

Teilprojekt 1: Der erste Themenkomplex beinhaltet mechanistische Untersuchungen zur DNA-Doppelstrangbruch-Reparatur nach niedrigen Dosen ionisierender Strahlung. Es soll dabei untersucht werden, inwieweit oxidativer Stress (z. B. in Form einer Vorbestrahlung mit einer niedrigen Dosis) oder eine Niedrig-Dosis-Leistung-Bestrahlung die Doppelstrangbruch-Reparaturkapazität beeinflusst. Die Untersuchungen sollen sowohl Zellkulturexperimente als auch – zur Überprüfung der physiologischen Relevanz – *in vivo*-Experimente im Mausmodell beinhalten.

Teilprojekt 2: In diesem Themenkomplex soll das Zusammenspiel von Doppelstrangbruch-Reparatur und Zellzyklus in lebenden Zellen untersucht werden. Dabei soll das Proliferationsverhalten von in der G1- und der G2-Phase bestrahlten Zellen über einen längeren Zeitraum verfolgt werden. Diese Experimente sollen einen Einblick liefern, ob sich die Sensitivität eines Zellzyklus-Checkpoints im Verlauf mehrerer Zellzyklen ändert und ggf. Zellen nach Bestrahlung zu einem späteren Zeitpunkt aus der aktiv proliferierenden Population ausgeschlossen werden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

TP2: G2/M-Checkpoint-Messungen in lebenden Zellen

Im aktuellen Berichtszeitraum lag das Hauptaugenmerk auf der Untersuchung von Folgen einer Zellzyklus-Progression in Anwesenheit unreparierter DNA-Doppelstrangbrüche (DSBs). Bereits in vorangegangenen Arbeiten wurde mittels Life Cell Imaging gezeigt, dass die Aktivierung des G1/S-Checkpoints relativ langsam erfolgt, so dass in den ersten Stunden nach Bestrahlung viele Zellen mit unreparierten DSBs die S-Phase durchlaufen und auch in der nachfolgenden G2-Phase Chromosomenbrüche aufweisen. Weiterhin hatten frühere Arbeiten unserer Arbeitsgruppe gezeigt, dass der G2/M-Checkpoint nach Bestrahlung zwar sehr schnell einsetzt, aber relativ unempfindlich auf DSBs reagiert, so dass Zellen mit einer erheblichen Anzahl von unreparierten DSBs in die Mitose eintreten. Daher wurde im aktuellen Berichtszeitraum untersucht, inwiefern sich nach Aufheben des G2/M-Checkpoints die Anwesenheit von DSBs auf das Schadenslevel in der Mitose auswirkt bzw. wie sich dieses im Laufe der Mitose entwickelt.

In den vorherigen Life Cell Imaging-Untersuchungen wurden Zellen verwendet, welche stabil mit einem GFP-53BP1-Konstrukt (GFP-53BP1 als DSB-Marker) transfiziert waren. Da 53BP1 in der Mitose nicht am Bruch lokalisiert ist, wurde für die Untersuchungen in der Mitose nun GFP-MDC1 als DSB-Marker etabliert. In ersten Experimenten zeigte sich, dass Zellen nach Bestrahlung auch mit GFP-MDC1-Foci in die Mitose eintreten und diese auch durch die Mitose hindurch behalten. Interessanterweise zeigte sich in zeitlich hochauflösenden Bildfolgen, dass sich die Foci-Zahl während der Anaphase, d. h. im Zuge der Trennung der Schwesterchromatiden, erhöhte. Dies führt dazu, dass in der frühen G1-Phase die beiden Tochterzellen mehr MDC1-Foci besitzen als die Mutterzelle in der G2-Phase. Da der Anstieg in der Foci-Zahl auch in unbestrahlten Zellen gefunden wurde, scheint eine Entstehung von Brüchen in der Mitose nicht nur ein Strahlen-induzierter Effekt zu sein, sondern auch ein physiologischer Vorgang in unbehandelten Zellen. Dieses Phänomen könnte somit einen Mechanismus darstellen, wie es nach Bestrahlung und auch spontan zur Entstehung einer chromosomalen Instabilität kommen kann.

4. Geplante Weiterarbeiten

TP1: DSB-Reparatur nach niedrigen Dosen ionisierender Strahlung

Die Untersuchung der DSB-Reparatur nach niedrigen Dosen soll wieder intensiviert werden. In vorangegangenen Berichtszeiträumen konnten wir zeigen, dass sich das DSB-Reparaturvermögen nach niedrigen Dosen durch oxidativen Stress stimulieren lässt (1). Daher soll nun untersucht werden, inwieweit eine Vorbestrahlung mit niedrigen Dosen und der dadurch entstehende oxidative Stress die Reparatur von durch höhere Dosen induzierten DSBs beeinflusst.

TP2: Zellzyklus-Messungen in lebenden Zellen

Die Beobachtung, dass ein Durchlaufen der Mitose zur de novo-Entstehung von Brüchen führt, wirft die Frage nach den zellulären Konsequenzen der Insensitivität des G2/M-Checkpoint auf. Im weiteren Verlauf des Projekts soll dieses Phänomen mit weiteren Methoden validiert werden und die Entwicklung des Schadenslevels sowie das Zellzyklusverhalten der betroffenen Zellen über einen längeren Zeitraum untersucht werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

S. Grudzenski, A. Raths, S. Conrad, C. Rube, M. Löbrich. Proc Natl Acad Sci U S A. 2010 Aug 10; 107(32):14205-10

Zuwendungsempfänger: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, 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 31.12.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 2.933.630,00 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

In der Lehre und Ausbildung hat sich das Strahlenbiologische Zentrum Darmstadt voll etabliert. Im Fachbereich Biologie wurden neue Mastermodule: Strahlenbiophysik (G.Taucher-Scholz, GSI), Strahlenbiologie (M. Löbrich, TUD) und Zellbiologie (C. Cardoso, TUD) eingerichtet. Es werden sowohl von den neuen Lehrstühlen als auch von GSI Mitarbeitern regelmäßig Strahlenforschungsbezogene Vorlesungen in der Physik aber vor allem im Fachbereich Biologie veranstaltet. Zusammen mit dem von der DFG seit Anfang des Jahres geförderten Graduierten Kollegs: Molecular and cellular response to ionizing radiation (Vorsitz: Prof. M. Löbrich) und aus verschiedenen BMBF und anderen Drittmitteln geförderten Projekten arbeiten mehr als 30 Doktoranden in der TUD und an der GSI an

strahlenbiologischen Problemen. Dazu kommen Bachelor- und Masterarbeiten, sowie Diplomarbeiten. Damit hat das Strahlenbiologische Zentrum Darmstadt die ursprünglich geplanten Ziele für Lehre und Ausbildung erreicht und trägt erheblich zum Kompetenzerhalt von Strahlenforschung und Strahlenschutz in Deutschland bei.

Auch in der Strahlenbiologischen Forschung haben sich die Institute gut verzahnt und bearbeiten zwei große Themenschwerpunkte: Die Besonderheiten der durch Ionen induzierten DNA Schäden und deren Reparatur (AGs: Cardoso, Jakob, Löbrich) und zweitens Untersuchungen zellulärer Reaktionen und Signalvermittlung nach Bestrahlung (AGs: Fournier, Laube, Layer, Thiel).

Die Bedeutung der Lokalisation eines komplexen DNA-Doppelstrangbruchs auf dessen Reparatur war der wesentliche Schwerpunkt der derzeitigen Arbeiten der DNA Gruppe. Vorherige Experimente hatten gezeigt, dass Zellen mit einem Defekt in der Nuklease Artemis nach Schwerionenstrahlung einen größeren Reparaturdefekt aufweisen als ATM- defiziente Zellen. Dies konnte nach der Induktion von weniger komplexen Brüchen nicht beobachtet werden. Diese Ergebnisse wurden nun mit Artemis- und ATM-defizienten embryonalen Mausfibroblasten bestätigt und führen zu der Hypothese, dass Artemis - im Gegensatz zu ATM - nach Schwerionenbestrahlung nicht nur für die Reparatur heterochromatischer DSBs, sondern auch für die Reparatur euchromatischer DSBs benötigt wird.

Das begonnene Projekt zur Induktion von DNA Schäden konnte mit der genomweiten Sequenzierungen fast aller Proben die Probenaufbereitung abschließen. Die Datenanalyse wurde begonnen. Darüber hinaus wurde ein hochaufgelöster Karyotyp der verwendeten Zelllinie mittels Spektralem Karyotyping als Grundlage für die detaillierte Auswertung der Sequenziererergebnisse erstellt.

Im zweiten Forschungsschwerpunkt wird der Einfluss dicht-ionisierender Bestrahlung auf Apoptose, Zellzyklus-Progression und Differenzierung von Tumor- und Normalgewebszellen untersucht. Schwerpunkte sind die Regulation dieser Effekte durch die Aktivierung von Membrankanälen und Neurotransmittern, vor allem bei niedrigen Dosen. Hierbei soll die Bedeutung von strahleninduzierten und metabolisch produzierten radikalischen Sauerstoffverbindungen (ROS) herausgearbeitet werden.

In Tumorzellen führen schon geringe Strahlendosen (> 100 cGy) zur Aktivierung von K^+ Kanälen, was Auswirkungen auf die Zellzyklus-Progression hat. Diese Kanäle werden durch ROS-Zunahme aktiviert, die nach Röntgenbestrahlung auch nachgewiesen wurde (AG Thiel, AG Fournier). Erstmals in Normalgewebszellen (Lymphozyten) wurde auch für dicht-ionisierende Strahlung eine Aktivierung von K^+ Kanälen detektiert. Auch hier liegt ein Zusammenhang zur Zellzyklusregulation nahe, da die Kanalaktivitäten in proliferierenden Lymphozyten anders waren als in ruhenden Zellen. Einen sensibilisierenden Einfluss auf die Strahlenreaktion von Neuronalzellen hat die Weiterleitung von Signalen durch Neurotransmitter über spezifische Rezeptoren, was sich in veränderter Reparaturkinetik von strahleninduzierten DNA-Schäden widerspiegelt.

Zur Untersuchung des Einfluss strahleninduzierter Veränderungen auf die Differenzierung wurde ein 3D Zellkultursystem (Neurosphäroide) etabliert. Für strahleninduzierte Apoptose wurde eine deutliche Abhängigkeit der Sensitivität neuronaler Zellen von ihrem Differenzierungsstatus festgestellt: mit fortschreitender Differenzierung kommt es zu einer Abnahme an strahleninduzierter Apoptose.

4. Geplante Weiterarbeiten

Schwerpunkt im kommenden Halbjahr sind die Auswertung der bisher erzielten Daten und deren Publikation sowie die kommenden Strahlzeiten an der GSI.

5. Berichte, Veröffentlichungen

A. Shibata, S. Conrad, J. Birraux, V. Geuting, O. Barton, A. Ismail, A. Kakarougkas, K. Meek, G. Taucher-Scholz, M. Löbrich, P.A. Jeggo. EMBO J. 2011 Mar 16;30(6):1079-92.

Gibhardt et al.: Ionizing radiation stimulates ion-channel activity, Poster: GBS Tagung 2011

Roth et al.: Effects of ionizing radiation on ion-channel activity, Poster: 12th Int. Wolfsberg Meeting

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 30.09.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 802.901,00 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 Hinblick auf die Ubiquitinierungsstelle von Ku80 konnten wir eine Ubiquitinierungsstelle in einem Teilfragment von Ku80 bestimmen. Die Mutation dieser Ubiquitinierungsstelle im Gesamtkonstrukt hat die Ubiquitinierung des Ku80 Gesamtproteins jedoch nicht beeinflusst so dass davon auszugehen ist, dass es entweder weitere Ubiquitinierungsstellen gibt, oder dass die Ubiquitinierungsstelle „springt“ sobald die ursprüngliche Ubiquitinierungsstelle mutiert ist. Gegen die erste Möglichkeit spricht, dass die Deletion von weiteren Bereichen des Ku80 Proteins die Ubiquitinierung nicht reduziert hat. Hingegen ist es von der Untersuchung der Degradation des p53 Proteins bekannt, dass die Ubiquitinierungsstelle von einem Lysin zum nächsten „wandert“, wenn das ursprünglich zu ubiquitinierende Lysin mutiert ist. Ferner haben wir untersucht, ob sich die Art der Ubiquitinierungskette von Ku80 nach Bestrahlung ändert. Hier hatten wir zuvor beobachtet, dass die Ubiquitinierung von Ku80 unter anderem über Lysin 63 und nicht über Lysin 48 des Ubiquitinproteins erfolgt. Dieses Ubiquitinierungsmuster von Ku80 wurde durch die Bestrahlung nicht verändert.

Daneben haben wir die physiologische Bedeutung der Ubiquitinierung des XLF Proteins, eines weiteren Reparaturfaktors der Doppelstrangbruchreparatur, weiter untersucht. So konnten wir zeigen, dass in Gegenwart eines Doppelstrangbruchs die Assoziation von XLF und XRCC4/Ligase 4 verstärkt ist. Die verstärkte Interaktion dieser Proteine in Gegenwart eines Doppelstrangbruchs ist jedoch unabhängig von der Ubiquitinierung von XLF, XRCC4 oder eines anderen Proteins.

Wir haben weiterhin mehrere Experimente durchgeführt, um die Abhängigkeit der Bindung von XLF an einen Doppelstrangbruch von einer Ubiquitinierung oder der Gegenwart von BRCA1 zu untermauern. Hier konnten wir bestätigen, dass eine effiziente Bindung von XLF an einen Doppelstrangbruch sowohl von der Gegenwart von kettenbildungsfähigem Ubiquitin als auch von BRCA1 abhängt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im Hinblick auf die Charakterisierung der Ubiquitinierung von Ku80, werden wir untersuchen, ob die Ubiquitinierung von Ku80 durch BRCA1 auch unter physiologischen Bedingungen stattfindet. Um eine direkte Ubiquitinierung von Ku80 durch BRCA1 nachzuweisen, werden wir versuchen, ein „in vitro“ Ubiquitinierungssystem für BRCA1 zu etablieren.

Da die Ubiquitinierungsstelle des XLF-Proteins noch immer unbekannt ist, werden wir hier vom C-terminalen Ende kumulativ Lysinmutationen einführen. Außerdem werden wir versuchen, die Ubiquitinierungsstelle mittels Massenspektrometrie zu bestimmen. Ferner werden wir, sobald das BRCA1 Ubiquitinierungssystem etabliert ist, auch hier nachweisen, ob die Ubiquitinierung von XLF durch BRCA1 direkt erfolgt, oder die Beteiligung weiterer Proteine erfordert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, 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 31.01.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.049.595,00 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: Die für humane hämatopoetische Stamm- und Progenitorzellen erhobene Chromosomendaten wurden zusammengefasst und statistisch ausgewertet. Weiterhin wurden die Untersuchungen zur Induktion von Chromosomenschäden in Lymphozyten gesunder Spender nach Ionenbestrahlung abgeschlossen. Für Kohlenstoff-, Eisen- und Chromionen im Energiebereich von 4 bis 1000 MeV/u liegen nun umfangreiche Datensätze vor, in denen die Anzahl und Qualität der chromosomalen Veränderungen mit der Vielfarben Fluoreszenz In-situ-Hybridisierung (mFISH-Technik) bestimmt wurde.

- AP2: Die Arbeiten im Rahmen des Arbeitspaketes 2 sind abgeschlossen. Ein Manuskript wurde bei einer internationalen Fachzeitschrift eingereicht und ist zur Veröffentlichung akzeptiert (Zahnreich et al., 2011).
- AP3: Letzte Messungen (Analyse des mitochondrialen Proteoms) werden durchgeführt und die Ergebnisse im Rahmen einer Dissertation zusammengefasst.
- AP4: Die Forschungsarbeiten im Rahmen des AP4 wurden beendet und Teilergebnisse zur Veröffentlichung eingereicht (in Zusammenarbeit mit AP2, Zahnreich et al., 2011).
- AP5: Die Untersuchung von Chromosomenaberrationen in Lymphozyten von Prostatakarzinompatienten mit Hilfe der mBand Methode wurden abgeschlossen und die experimentellen Daten zur Publikation aufbereitet. Weitere Blutproben im Zeitraum von 2 bis 3 Jahren nach Therapieende wurden erhalten und Chromosomenpräparate hergestellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Basierend auf den für humane hämatopoetische Stamm- und Progenitorzellen erhobenen Daten (Anzahl und Art von Chromosomenschäden, Apotoserate, Zellzykluseffekte) wird eine Publikation vorbereitet (D. Kraft et al.). Eine weitere Publikation über die genotoxische Wirkung von Ionenstrahlen auf periphere Lymphozyten wird angefertigt (R. Lee et al.).
- AP2: Die Arbeiten sind abgeschlossen.
- AP3: Eine Publikation über die Langzeiteffekte von ionisierender Strahlung auf das mitochondriale Proteom und die zelluläre Seneszenz wird vorbereitet (Frenzel et al.).
- AP4: Die Forschungsarbeiten im Rahmen des AP4 wurden beendet.
- AP5: Ein Manuskript über die Induktion von intra- und inter-chromosomalen Aberrationen in Lymphozyten von Prostatakarzinompatienten (mBand Analyse) wird erstellt und bei einer internationalen Fachzeitschrift zur Veröffentlichung eingereicht. Die Untersuchung von Chromosomenschäden in peripheren Blutlymphozyten von Prostatakarzinompatienten 2 bis 3 Jahren nach Therapieende wird fortgesetzt, um unter anderem Informationen über die Persistenz bestimmter Aberrationstypen zu erhalten.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Bauer L., D. Becker, E. Nasonova, A. Czernok, M. Durante, S. Ritter, L. Wiesmüller, C. Fournier. Repair of radiation induced DNA damage in human hematopoietic stem and progenitor cells and mature lymphocytes. GSI Report 2011-1, p454.
- Frenzel M., M. Soehn, M. Durante, C. Fournier, S. Ritter, N. A. Dencher. Impact of senescence and irradiation on cellular metabolism in human cells. GSI Report 2011-1, p451.
- Lee R., E. Nasonova, C. Hartel, P. Hessel, D. Szyrkowski, M. Durante, S. Ritter. RBE of heavy ions for producing chromosome aberrations in human lymphocytes. GSI Report 2011-1, p447.
- Lee R., Nasonova E., Hartel C., Durante M. and Ritter S.: Chromosome aberration measurements in mitotic and G2-PCC lymphocytes at the standard sampling time of 48 hours underestimate the effectiveness of high LET particles. *Radiation and Environmental Biophysics* 50(3):371-381 (2011).
- Pignalosa D., R. Lee, A. Nikoghosyan, S. Sommer, M. Durante, S. Ritter. Cytogenetic fingerprint of heavy ion exposure detected with mBAND in vitro and in prostate cancer patients treated with IMRT and C-ions. GSI Report 2011-1, p448.
- Virsik P., R. Lee, A. Gregus, P. Hessel, S. Ritter. Clonogenic survival of metastatic prostate cancer cells and normal prostate epithelial cells irradiated with X-rays or carbon/nitrogen ions and pre-treated with sodium selenite. GSI Report 2011-1, p449.
- Zahnreich S. Untersuchungen zur genetischen Stabilität von normalen humanen Fibroblasten nach Einwirkung von dicht-ionisierender Strahlung. (Dissertation, Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Biologie, 2011).
- Zahnreich S., Krunić D., Melnikova L.A., Szejka A., Drossel B., Sabatier L., Durante M., Ritter S., Fournier C. Duplicated chromosomal fragments stabilize shortened telomeres in normal human IMR-90 cells before transition to senescence. *J. Cell Physiol.* (in press).

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 29.02.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 474.582,00 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 Geostrate für die Strahlenschutzvorsorge“ (KOBIO-GEO, 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

Ein Gefäßversuch ermöglichte parallel zum Feldversuch die Untersuchung der Genotypen Triticale und einer Sudangraskreuzung (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) mit und ohne Verwendung biologischer Additive (Mycorrhiza, Streptomyces) auf die R/SM-(Im)Mobilisierung sowie das Extraktionspotential. Die Kombination von Mycorrhiza und Streptomyces zeigte hier ein zwei bis zehnmal höheres Extraktionspotential der Triticale für Al, Co, Zn und U im Vergleich zur Applikation von Mycorrhiza oder Streptomyces allein. Hinsichtlich der Produktivität konnte für die Sudangraskreuzung eine 2-5-fach höhere Biomasse im Vergleich zur Sonnenblume und zum Indischen Senf ermittelt werden.

Testfeld Gessenwiese

In dieser Saison wurde auf eine Wintergründung verzichtet, um die bodenanalytischen Ergebnisse mit denen der Versorgungsvariante mit Wintergründung des Vorjahres zu vergleichen. Die drei 2009 angewendeten Bodenbehandlungsstrategien homogenisiertes Testfeldsubstrat (TF), TF + Mycorrhiza + Streptomyces (TF +MS) als mikrobiologische Variante und das Mischsubstrat aus TF + Rendzina-Oberboden im Mix 2:1 (MIX) wurden wiederholt. Im Folgenden wurde eine biomassestarke Sudangraskreuzung (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) sowie Triticale auf den Subplots und den Lysimetern ausgesät. Vor der Aussaat erfolgten Bodenuntersuchungen (pH, sequentielle Extraktion, N-Bestimmung), deren Ergebnisse mit denen nach der Ernte verglichen werden, um zeitliche Veränderungen der bioverfügbaren R/SM-Fractionen nachvollziehen zu können. Die hydrochemische Stichtagsbeprobung wurde für Grundwasser, Sickerwasser und Bodenwasser im April 2011 durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Laborversuche

Ein Gefäßversuch mit Sonnenblumen soll im Weiteren klären, inwieweit Vorbehandlungen des Saatgutes mit Bor-2 Aminoethanol auf den angesprochenen Bodenvarianten, Auswirkungen auf die Photosyntheseaktivität haben. Zur Bestimmung von Vitalität und Wachstumsbedingungen werden kinetische Untersuchungen von Pflanzenstressparametern mittels Chlorophyll-Fluoreszenz- (Aussagen zur Vitalität) und Prolinmessungen (Trockenstress) durchgeführt.

Kombinationen der behandelten Sonnenblumen mit mikrobiologischen (Mycorrhiza + Streptomyces) und fertilisierenden Additiven (Stickstoffdünger) sollen Ergebnisse hinsichtlich Erhöhung der Biomasseproduktion und Immobilisierung der R/SM liefern.

Testfeld Gessenwiese

Die diesjährige Vegetationsperiode dient, nach den R/SM-Extraktionsversuchen der Vorjahre, den Untersuchungen zur Abschätzung von (Immobilisierungs- bzw.) Stabilisierungsstrategien für die Substrate mit der Exkluderpflanze Sudangras und Triticale. Dabei soll die Mobilität im System Pflanze-Boden-Grundwasser reduziert werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

MIRGORODSKY, D., OLLIVIER, D., MERTEN, D., BERGMANN, H., BÜCHEL, G., JABLONSKI, L. WILLSCHER, S., WITTIG, J. & P. WERNER (2011): Measures for radiation prevention and mitigation of low radioactively contaminated sites by phytoremediation and following utilization of the loaded plant residues (PHYTOREST). Proceedings KONTEC 2011, vom 06.-08.04.2011 in Dresden.

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 30.04.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 744.363,00 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 in den Projektanträgen bereits ausführlich dargestellt wurde bzw. den Zeitplänen, die zum 01.08.2008 (nach Änderungen durch Kürzungen bei der Abfallwirtschaft) bzw. zum 18.10.2010, an den Projektträger eingereicht wurden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Pflanzenversuche auf dem Testfeld Gessenwiese

Anpflanzung von *Beta vulgaris*, *Lupinus angustifolius* und *Secale cereale* (Zugabe verschiedener Bodenverbesserer) auf dem Testfeld im April 2011. Trotz schlechter Bodenqualität gutes Pflanzenwachstum aufgrund der Verbesserung durch Zuschlagsstoffe und Düngung; eine Verbesserung der Bodenstruktur ist zu beobachten.

Durch *Helianthus tuberosus* ist ein SM/R-Entzug auf dem Testfeld von bis zu 2.09 g/ha U pro Vegetationszeit möglich (gesamte Pflanze, Ergebnis der Ernte 2010), durch *Solanum tuberosum* 0.52 g/ha (nur Knollen).

Analytik der Metalle in den Pflanzen sowie in den Stoffströmen aus den Entfrachtungs- und Verwertungsversuchen (API+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 SM/R an das beladene Pflanzenmaterial.

Keim- und Pflanzenversuche in SM/R-dotierten Böden bzw. in Testfeldböden

Durchführung von Topfversuchen mit *Beta vulgaris* in Testfeldböden mit verschiedenen Bodenzuschlagsstoffen zur Verbesserung des Pflanzenwachstums bzw. der SMR-Extraktion.

Bei den Topfversuchen 2010 mit SM/R-dotiertem Boden wurden mit *Helianthus tuberosus* bis 1.68 g Mn/kg Boden akkumuliert, aus Testfeldböden bis zu 0.88 mg U/kg, was durch verschiedene Bodenzuschlagsstoffe gesteuert werden kann.

Durchführung von Versuchen zur alkoholischen Gärung von SMR-belasteten Pflanzen

Durchführung von Gärversuchen mit *Helianthus tuberosus* aus den Ernten der Testfeldversuche 2010. Die Hektarerträge an Bioethanol steigen mit zunehmenden Ernteerträgen durch die Zugabe bestimmter Düngezusätze. Die höchsten Hektarerträge wurden bei N-Zugabe (Blattdüngung) mit 2280 l/ha erzielt (Lit.-Daten für unbelastetes Material 900-4000 l/ha).

Durchführung von Gärversuchen mit *Solanum tuberosum* vom Testfeld (Ernte 2010); die höchsten Hektarerträge wurden bei Kompostzugabe mit 5321 l/ha erreicht (Lit. unbelastetes Material 3500-6600 l/ha). Das SM/R-beladene Pflanzenmaterial vom Testfeld ist damit ohne Hemmung der enthaltenen SM/R auf den Gärprozess verwertbar.

Durchführung von Biogasversuchen mit SMR-beladenem Pflanzenmaterial vom Testfeld (Arb.-paket 2.4)

Abschluss der Biogas-Versuche mit *Helianthus annuus* vom Testfeld (Ernte 09/2010), Biogas-Ausbeute sind 86 NL/kg FM; Auswertung des Verbleibs der SM/R in den Prozessströmen.

Durchführung alternativer Verbrennungsversuche (Arb.-paket 2.5)

Versuche zur thermischen Verwertung und Heizwertbestimmung mit *Brassica juncea* (Ernte 2010). Die Verteilung der SMR in den verschiedenen Stoffströmen bei der Verbrennung wurde untersucht: Akkumulation von U in der Kesselasche zu 65 % (Wurzel) bzw. 82% (Spross); 16 bzw. 17 % sind im Flugstaub enthalten, 2 bzw. 17 % im Rauchgas.

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

Weiterführung der Versuche mit *Helianthus annuus* und *Brassica juncea*.

4. Geplante Weiterarbeiten

Nächste Pflanzenernte auf dem Testfeld ab August 2011, danach weitere Aufarbeitung des Pflanzenmaterials.

Weiterhin Ernte und anschließende Untersuchung der Topfversuche (s. 3.3).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Ein gemeinsamer Vortrag und Poster erfolgten bei der KONTEC 2011.

Eine Studienprojektarbeit zur Aufarbeitung der Pflanzenernte von den Gewächshaus- und Testfeldversuchen wurde erfolgreich abgeschlossen (Zahra Fona, Rizna Rami: „The use of plant (*Helianthus tuberosus*) to recover HM/R contaminated soil“).

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 31.12.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 401.994,00 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 einen definierten Arbeitsbereich autark bearbeiten bzw. dekontaminieren können. Das Gesamtsystem wird durch einen ferngesteuerten Wagen bewegt werden können.

Das Vorhaben MANOLA baut als Folgevorbahn 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

- Konstruktion zweier Anschlagpunkte: Der Manipulator kann dadurch mit alternativen Transportmöglichkeiten verbunden und an den Einsatzort befördert werden.
- Konstruktion einer Absturzsicherung: Dort können Hebebänder o. ä. eingehakt werden, um den Absturz des Manipulators bei einem Störereignis im Testbetrieb zu verhindern.

AP5: Versuchsphase

- Erstmöglicher Anbau des Laserarbeitskopfes (ohne Laser jedoch mit Sensoren).
- Anpassungen an der Aufnahme des Arbeitskopfes und am Arbeitskopf vorgenommen.

- Optimierung der Schnellkupplung zur (De-)Montage des Laserarbeitskopfes.
- Erster Testbetrieb des Arbeitskopfes am Manipulator: Tests zur Teleskopeinheit an der Traverse; Testbetrieb des Stellmotors (Auf- und Abfahren der Arbeitskopfes); Tests der im Arbeitskopf verbauten Sensoren (Erkennen von Hindernisse und Störkanten).
- Zusätzliche Tests der mechanischen Komponenten und der eingesetzten Antriebstechnik.
- Erste Versuche an der Testwand mit fest an der Wand angebaute Absturzsicherung.

AP6: Transportwagen

- Anbau aller mechanischen Komponenten sowie der steuerungsrelevanten Bauteile.
- Erfolgreiche Tests der pneumatischen Funktionen sowie der integrierten Sensoren an den Zylindern und der Aufnahmegabel für den Manipulator.
- Versetzen des Hubzylinders zum Anheben/Absetzen der Aufnahmegabel.

AP8: Intelligente Steuerung

- Einbindung des vom Projektpartner entwickelten Programmteils in die Gesamtsteuerung.
- Anschluss des Arbeitskopfes durch separate NI-Module.
- Anpassung der vorhandenen Steuerung (inkl. Testbetrieb): Weiterentwicklung der CAN-Bus Steuerung, in die alle Motoren des Manipulators eingebunden sind.
- Aufbau des Bedienpanels (Touchscreen) als Eingabegerät für den Nutzer.

AP9: Messergebnisse

- Weiterentwicklung der automatischen Erfassung, Dokumentation und Weitergabe von Mess- und Arbeitsergebnissen mit zweidimensionaler Visualisierung.
- Berücksichtigung des Arbeitskopfes mit seinen Messwerten und Signalen aus den angebaute Sensoren.

AP10: Testphase und Praxiseinsatz (ohne Anbaugerät)

- Die im vorangegangenen Berichtszeitraum begonnene Testphase wurde weitergeführt.
- Tests zu den Einzelkomponenten am Transportwagen.

AP11: Testphase und Praxiseinsatz (mit Anbaugerät)

- Erste gemeinsame Tests des Systems mit dem Projektpartner aus Dresden und Schnittstellenbehandlung.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Weitere Optimierung des Manipulators und des Transportwagens.
- Tests unter realitätsnahen Bedingungen an der Testwand der TU-Dresden.
- Entwicklungsbedarf bei der CAN-Bus Anbindung in Hinblick auf die Steuerung.
- Abschluss der Ansteuerung der Antriebsmotoren am Transportwagen.
- Einbindung des Bedienpanel (Touchscreen).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Jahrestagung Kerntechnik 2011, Berlin

Schriftlicher Beitrag mit dem Titel „MANOLA – Vorstellung des Manipulator- und Transportwagensystems“ zur JTK 2011; Vortrag auf der JTK 2011

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 30.09.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 446.637,00 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 Messwerverfassung: 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

AP4:

Die Schnellkupplung für die Verbindung zwischen Laserarbeitskopf und Manipulator wurde fertiggestellt. In einem ersten Testlauf in Karlsruhe wurden diese Komponente und ihre Funktion erfolgreich getestet. Somit ist eine schnelle (De-)Montage des Laserarbeitskopfes möglich. Parallel dazu wurde eine spezielle Halterung für die Laseroptik auf dem Manipulator gefertigt. Dadurch kann der erforderliche feste Abstand zwischen Strahlaustritt und der zu

bearbeitenden Wandoberfläche während des Bearbeitungsprozesses sichergestellt werden. Das Einhalten dieses Abstandes ist für das Abtragsergebnis von entscheidender Bedeutung.

AP5:

Mittels der unter (AP4) erwähnten Schnellkupplung wurde erstmals der Laserarbeitskopf am Manipulator montiert. Dabei wurde die Sensorik des Laserarbeitskopfes mit an die Hardware des Manipulators angeschlossen und das Teilprogramm Laserabtrag in die Manipulatorsteuerung eingebunden. Die Messdaten der Sensorik konnten erfasst und verarbeitet werden. Potenzielle Hindernisse wurden von den Sensoren erkannt, so dass Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. In einem zweiten Schritt werden die Komponenten Absaugung und Laserleistungsregelung eingebunden und getestet.

AP6:

Die Tests zu den Abtragsversuchen wurden abgeschlossen. Die Erprobung der Einzelkomponenten der Sensorik wurde ebenfalls abgeschlossen. Das Gesamtsystem wird in der 31. KW am KIT getestet werden (siehe 4. Geplante Weiterarbeiten). Die Positionen aus den Arbeitspaketen VII bis IX werden dabei ebenfalls im Experiment getestet

AP10 + 11:

An der TU Dresden wurde eine Testwand errichtet. Sie repräsentiert einen Ausschnitt aus einer realen Betonstruktur, wie er in einer KKW-typischen Umgebung vorkommen kann. Diese Testwand ist so ausgelegt, dass der Manipulator sich an ihr (angesaugt) bewegen und in einem speziell präparierten Segment mit dem Laserarbeitskopf eine aus mehreren Teilsegmenten bestehende Beton-Wandfläche bearbeiten kann. Dabei können verschiedene Hindernisse aus Stahl (herausragende Bolzen, Platten o. ä.) bzw. aus anderen Materialien bestehend (Betonvorsprünge, Löcher, Spalten, o. ä.) eingebracht werden. Die Experimente sollen zeigen, dass das gekoppelte System, bestehend aus Manipulator (KIT) und Lasersystem (TUD) unter realitätsnahen Bedingungen optimal funktioniert. Die Experimente werden per Video aufgezeichnet und stehen für Interessenten zur Verfügung. Die bearbeiteten Betonsegmente werden anschließend demontiert, so dass das Abtragsergebnis qualitativ und quantitativ bewertet werden kann.

AP12:

Mit der Erstellung des Abschlussberichtes für die bereits abgeschlossenen Arbeiten wurde begonnen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Komplette Zusammenführung der beiden Steuerungen auf programmtechnischer Ebene (bis 31. KW 2011)
- Test unter realitätsnahen Bedingungen an der Testwand der TU Dresden
- Aufzeichnung dieser Arbeiten und Erstellung einer Präsentation auf Video
- Erstellung des Abschlussberichtes

5. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag auf KONTEC 2009, Vortrag auf ICONE 2009, Vortrag auf JTK 2010, Poster Vortrag auf KONTEC 2011.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 656.483,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. 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

Experimentelle Arbeiten:

- Anpassung des Prüfstandes mit hydraulischer 5MN-Druckprüfmaschine; Untersuchungen zum Einfluss der Prüfeinrichtung im Vergleich zum 1MN-Druckprüfstand
- Einrichtung 5MN-Druckprüfmaschine für Probenkörper mit 20cm Kantenlänge. Durchführung und Auswertung der experimentellen Untersuchungen zum Probegrößeneinfluss
- Ermittlung der Parameter Fallmasse und Fallhöhe für Versuche der Phase II bei Raumtemperatur auf Grundlage numerischer Vorausberechnungen
- Aufbau und Erprobung der Versuchseinrichtung für Phase II (Führungsfallprüfstand); Experimentelle Untersuchungen und Modifikationen zur Optimierung der Krafteinleitung und der Kraft- und Wegmessung; Vorversuche zur Verifizierung der Parameter Fallhöhe und Fallmasse
- Konkretisierung des Versuchsprogramms der Phase III auf Grundlage der Ergebnisse der Phase I; Vorausberechnungen zur Festlegung der Versuchsparameter

Grundlagen zum Abgleich von Simulation und Experiment:

- Definition eines einheitlichen Verfahrens zur Aufstellung von Referenzkurven aus den Rohdaten; Erstellung eines Dokumentationsblattes zur Anwendung für jede Versuchsreihe
- Spezifikation eines abgestimmten Fehlermaßes zum systematischen Vergleich von experimentellen und numerischen Ergebnissen

Materialmodellentwicklung und Nachrechnungen der Versuche:

- Vorarbeiten zur Simulation der PU-Schaum-Versuche unter Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit
- Vorüberlegungen zur Festlegung einer mehrflächigen Fließfläche für Holzwerkstoffe
- Erweiterungen eines LS-DYNA Materialmodells zur Abbildung des Verhaltens von Holz bei quasistatischen Belastungen und unterschiedlichen Lagerungsbedingungen; Modellierung erfolgt zunächst unabhängig für jede Belastungsrichtung

4. Geplante Weiterarbeiten

- Durchführung und Auswertung der Versuche der Phase II am Führungsfallprüfstand
- Durchführung von Kompressionsversuchen an gefügten Dämpferbetonproben
- Durchführung von quasistatischen Eindringversuchen an PU-Schaum und Dämpferbetonproben
- Nachrechnungen der temperierten PU-Schaum-Versuche der Phase I
- Erweiterungen eines anisotropen Materialmodells zur Wiedergabe des Verhaltens der Holzproben bei quasistatischen Versuchen der Phase I
- Quantifizierung des Einflusses der unterschiedlichen Versuchseinrichtungen (1MN- Druckprüfstand und 5MN Druckprüfstand) auf die resultierenden Spannungs-Dehnungs-Relationen
- Voruntersuchungen zur Nachrechnung von Eindringversuchen an Dämpferbetonproben

5. Berichte, Veröffentlichungen

Kasperek, E et al.: Numerical and experimental studies of polyurethane foam under impact loading, *Comp.Mat.Sci* 50 (2011) 1353-1358

Kasperek, E. et al.: Experimentelle und numerische Untersuchungen von stoßdämpfenden Werkstoffen für Behälter zur Entsorgung radioaktiver Stoffe, KONTEC 2011, Dresden

Eisenacher, G. et al.: Stauchversuche mit querdehnungsbehinderten Fichtenholzproben verschiedener Faserorientierungen bei veränderlicher Dehnrate, KONTEC 2011, Dresden

Kasperek, E. et al.: Untersuchungen zum Verhalten von Dämpferbeton unter Stoßbelastung, Jahrestagung Kerntechnik 2011, Berlin

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
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

- AP1: Ermittlung von Last-Verformungskennlinien an Materialproben aus PU-Schaum, Holz und Dämpferbeton bei max. fünf konstanten Dehnraten (max. 3000 mm/s) und unterschiedlichen Temperaturen. Dabei werden die Last-Verformungskennlinien bei sowohl vollständiger Querdehnungsbehinderung, als auch ohne Querdehnungsbehinderung, aber auch der Einfluss der Probengröße gemessen und analysiert.
- AP2: Ermittlung von Last-Verformungskennlinien an Materialproben aus PU-Schaum, Holz und Dämpferbeton bei unterschiedlichen Temperaturen bei Belastung durch Belastung an einem geführten Fallprüfstand. Dabei werden Last-Verformungskennlinien bei vollständiger Querdehnungsbehinderung durchgeführt und analysiert.
Die Stoßlast wird abhängig vom Material und der vorgesehenen Verformungsgeschwindigkeit mit veränderlichen Massen und Abwurfhöhen durchgeführt.
- AP3: Durchführung von Eindringversuchen mit unterschiedlichen Probekörpern an plattenförmigen stoßdämpfenden Bauteilen aus Dämpferbeton.
- AP4: Parallel zu den experimentellen Untersuchungen werden Materialgesetze auf ihre Eignung zur Beschreibung des Werkstoffverhaltens analysiert. Für die Implementierung der ermittelten Werkstoffkennwerte in die identifizierten Materialgesetze werden die experimentellen Beobachtungen ausgewertet und zur Verifizierung verwendet.
- AP5: Erstellung des Abschlussberichtes.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Aktivitäten der beteiligten Projektpartner (BAM, GNS, WTI) wurden im Rahmen von regelmäßigen Projektgesprächen und Arbeitsgruppentreffen aufeinander abgestimmt. Das 6. Projektgespräch hat am 20. Mai 2011 bei der BAM in Berlin stattgefunden.

Die Beschaffung und Bereitstellung des Probenmaterials an die BAM in Berlin ist abgeschlossen. Zurzeit erfolgt noch eine Nachlieferung von 30 zusätzlichen Holzproben.

Die eingeplante Fertigstellung der Dämpferbetonplatten vor Ort bei der BAM in Berlin wird erst dann erfolgen, wenn bei der BAM die entsprechenden Versuche im Rahmen des Forschungsvorhabens EN-REA beginnen. Der Zeitpunkt wird sich voraussichtlich bis ins Jahr 2012 verschieben.

Im Berichtszeitraum wurden bereits ca. 500 Versuche an den Materialproben durchgeführt. Dabei wurden die Lagerungsrandbedingungen, die Temperatur, die Orientierung und die Art des Materials variiert. Die dabei gewonnenen Rohdaten der Messungen liegen vor. Die Auswertung der bis zu fünf verschiedenen Belastungsgeschwindigkeiten und der unterschiedlichen Probenmaterialien wird nach einem vorgegebenen Schema durchgeführt. Dadurch wird sichergestellt, dass die Abweichungen zwischen Experiment und Simulation einen nachvollziehbaren minimalen Wert annehmen.

Die Nachrechnungen der Versuche an Aluminium wurden erfolgreich abgeschlossen. Mit Hilfe von geeigneten Materialgesetzen und Materialparametern des verwendeten Aluminiums stimmen Experiment und Simulation für die untersuchten Belastungsgeschwindigkeiten gut überein.

Die Arbeiten zur Auswertung und Nachrechnung der Versuche an den Materialproben aus PU-Schaum, Holz und Dämpferbeton laufen derzeit an. Dazu wurden zunächst im Finite-Elemente Berechnungscode LS-DYNA implementierte Materialgesetze auf ihre Eignung hin untersucht.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Begleitung der Entwicklungsarbeiten zum Einsatz des geführten Fallprüfstandes bei der BAM in Horstwalde.
- Abstimmung der Vorgehensweise und der Verfahren zur Durchführung der Eindringversuche an den Dämpferbetonplatten am geführten Fallprüfstand der BAM.
- Aufbereitung und Auswertung der Versuchsergebnisse aus den bereits durchgeführten Untersuchungen an den hydraulischen Stoßprüfständen.
- Analyse der Messergebnisse für die numerische Bearbeitung und die Modellierung der dynamischen Simulationsrechnungen.
- Sukzessive Nachrechnung der dynamischen Versuche am Stoßprüfstand mit numerischen Simulationsmethoden.
- Fortsetzung der Parameteridentifikation zur Anpassung von möglichen Materialgesetzen für die dynamischen Probenanalysen.
- Verfeinerung der Vorgehensweise bei der Parameteridentifikation für die gefundenen Materialgesetze.
- Bewertung der gefundenen Parameter für die numerischen Simulationen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

KONTEC 2011, Dresden

E. Schopphoff, R. Vallentin, S. Glutsch, R. Hüggenberg: Contribution to the Advanced Development of Simulation Methods of Shock Absorbing Materials and Structures – A Status Report on the QUEST Research Project –

Jahrestagung Kerntechnik 2011, Berlin

E. Schopphoff, R. Vallentin, S. Glutsch, R. Hüggenberg: Nachrechnung von Stauchversuchen an Dämpfermaterialien im Forschungsvorhaben QUEST

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 259.300,00 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

Arbeitspaket 3: Spezielle Leistungsuntersuchungen

Der Effekt der Seilverdrillung, der als Ursache für eine Absenkung der Sägezeit in Frage kam, wurde näher untersucht. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass die Verdrillung des Seiles, unter dem vom Versuchsaufbau vorgegebenen Rahmenbedingungen, keinen erkennbaren Effekt auf die Schnittleistung darstellt. Es wurde eine Versuchsreihe mit jeweils verdrilltem und unverdrilltem Seil bei identischen Schneidparametern durchgeführt. Die Verdrillung betrug ca. einmal pro Meter laufendem Seil, bzw. ohne Verdrillung.

Weiterhin wurde eine Versuchsreihe mit einer Verdopplung des zu sägenden Querschnitts durchgeführt. So wurden statt einer rechteckigen hochkant liegenden Probe, zwei nebeneinander angebrachte Proben gesägt. Das Diamantseil zeigte gegenüber der einzelnen Probe deutlich weniger Verschleiß, die Sägezeit erhöht sich am Anfang der Versuchsreihe nur um 40 %. Erklärt werden kann der geringere Verschleiß durch die größere Eingriffslänge, die den Vorschubdruck auf eine größere Fläche aufteilt. Dadurch werden die einzelnen Diamantsegmente weniger belastet.

Des Weiteren sollen Versuchsreihen mit verschiedenen Eingriffswinkeln durchgeführt werden, um diesen Parameter genauer zu klassifizieren.

4. Geplante Weiterarbeiten

Arbeitspaket 4: Modellerstellung

Im nachfolgenden Berichtszeitraum wird nach Abschluss der speziellen Leistungsuntersuchungen das Arbeitspaket 4 begonnen. Aus den ermittelten Daten, die durch die Grundlagen- und speziellen Leistungsuntersuchungen gewonnen wurden, wird ein Modell erstellt, das eine Vorhersage der optimalen Schnittparameter für Seilsägearbeiten, in Abhängigkeit von Geometrie und Material des Schnittgutes ermöglicht. Damit ist eine genaue Aussage über die Schneidzeit möglich, was die Planungssicherheit und damit die Wirtschaftlichkeit steigert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Es wurde ein Beitrag zur KONTEC 2011 eingereicht und angenommen.

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 30.09.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
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 bis AP3:

Die Arbeitspakete wurden vor dem Berichtszeitraum abgeschlossen.

AP4: Implementierung

Für die Implementierung der Software sind im Rahmen der Planung des Vorhabens insgesamt sieben Einzelpakete identifiziert worden. Die Implementierung der Zugriffsschicht zur *Datenbank*, der *Aspekte* und der *Importschnittstellen* wurde vor dem Berichtszeitraum abgeschlossen. Die im Zeitraum zuvor bereits weitgehend abgeschlossenen Arbeiten zur *Auswertung* und *Dokumentation* (*Erstellung von Berichten*) wurden abgeschlossen. Der Softwareentwurf wurde weiter verfeinert, um Rückkopplungen zwischen den Modulen zu vermeiden oder zu minimieren. Dies vereinfacht nicht nur die parallele Implementierung, sondern dient auch dem Softwareentwurf, da damit die Entwicklungsprinzipien Kapselung und lose Kopplung durchgesetzt werden.

Für die Erstellung von möglichst vollständigen Berichten, die einen geringen Nachbearbeitungsaufwand aufweisen, ist es notwendig die Zusammenhänge zwischen den während des Freigabeprozesses anfallenden Daten und Informationen möglichst vollständig zu erfassen und in der Datenbank abzubilden. Im Laufe der konkreten Umsetzung der einzelnen Berichte ergab sich daher immer wieder die Notwendigkeit, Korrekturen und Erweiterungen am Objektmodell und der Datenbank vorzunehmen. Es ist zu erwarten, dass bis zum Abschluss des Projekts noch weitere derartige Anpassungen in geringerem Umfang vorgenommen werden müssen.

Für die Eingabe oder Erfassung der zusätzlichen Daten und Informationen sind jeweils Korrekturen an der Graphischen Benutzeroberfläche durchgeführt worden. Die zusätzlichen Daten und Informationen sowie ihre Beziehungen untereinander erhöhen dabei zunehmend die Komplexität des Systems. Es wurde daher auf eine einfache und transparente Benutzerführung geachtet, die den Benutzer für eine konsistente und vollständige Dateneingabe mit entsprechenden Hilfsmitteln unterstützt.

Im Berichtszeitraum wurde das im Rahmen der Aufstockung vorgesehene *Recherchemodul* implementiert. Das Modul wurde so umgesetzt, das durch den Benutzer Abfragen der Datenbank durchgeführt werden können ohne dass er Detailkenntnisse der Datenbankstruktur haben muss. Der Umfang der Datenabfrage kann im Hinblick auf die abzufragenden Spalten als auch durch Filterkriterien beeinflusst werden. Man kann mehrere Filterkriterien kombinieren und sie mit UND und ODER verknüpfen. Für die Recherche wurden entsprechende Dialoge implementiert. Für jedes Root-Objekt steht ein entsprechender Dialog zur Verfügung. Die Dialoge sind modular konzipiert, so dass sich einfach zusätzliche (für weitere Objekte) erstellen lassen. Die abgefragten Tabellen können ausgedruckt (mit Vorschau) oder exportiert werden.

Im Berichtszeitraum wurden außerdem die Arbeiten zur Bereitstellung einer *mobilen PUG-Version* begonnen. Dabei wird ein Teil der Daten der zentralen Datenbank in eine „mobile“ Datenbank (z. B. Access) übertragen, welche dann auf einem Rechner, der keine Verbindung zum zentralen Datenbankserver hat, verwendet werden kann. Die PUG-Software auf diesem Rechner bietet einen den Randbedingungen angepassten Funktionsumfang. Insbesondere besteht die Möglichkeit in die „mobile“ Datenbank Daten zu importieren. Nach Auffüllen der mobilen Datenbank kann deren Inhalt in die Zentraldatenbank überspielt werden. Dabei sind verschiedene Prüfungen erforderlich um die Konsistenz der Daten zu gewährleisten.

Weitere Arbeiten im Berichtszeitraum waren die Erstellung und Erweiterung von automatisierten Tests für alle beteiligten Softwarekomponenten sowie die Durchführung von Integrationstests. Die *Sonstigen Arbeiten* wie Authentifizierung der Benutzer, Umsetzung des Rollenmodells etc. wurden im Berichtszeitraum abgeschlossen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Baldiger Abschluss der Arbeiten im Schwerpunkt auf AP4 – Implementierung der Graphischen Benutzerschnittstelle sowie Fortführung der Arbeiten des AP5 – Integrationstests und des AP6 – Abschlussdokumentation.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 287.971,00 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 der hohen Flexibilität hinsichtlich der Bauteilgeometrie und Werkstoffzusammensetzung, des geringen Platzbedarfes, 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 nichtflüssigem Kühlmedium basierenden Kühlsystems, die Entwicklung einer flexiblen und prozesssicheren Staubabsaugung sowie die Gewinnung grundlegender Erkenntnisse über den Einsatz temperaturbeständiger Schneidstoffe wie CBN oder Wolframkarbid. Die Entwicklung angepasster Maschinenkomponenten stellt einen weiteren Schwerpunkt 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

AP4: Die Leistungsfähigkeit des entwickelten Kühlsystems wurde in Laboruntersuchungen weiter erforscht. Die Ergebnisse hinsichtlich der Kühlwirkung von zwei Wirbelrohren, welche nach Austritt des Werkzeugs aus dem Werkstück platziert wurden, konnten bestätigt werden ($\Delta T_{WZ} \leq -70 \text{ °C}$). Aus Untersuchungen, in welchen vier Wirbelrohre eingesetzt wurden, geht hervor, dass die Kühlwirkung mit einer erhöhten Anzahl Wirbelrohren degressiv ansteigt ($\Delta T_{WZ} \leq -100 \text{ °C}$). Ein Einfluss der in den Wirbelrohren eingesetzten Kühlgeneratoren, welche den Volumenstrom und reziprok hierzu die Temperatur der gekühlten Luft beeinflussen, wurde bisher nicht nachgewiesen. Wiederholversuche hierzu werden derzeit durchgeführt.

Auf Basis der Erkenntnisse aus AP3 und mit dem in AP4 entwickelten Kühlsystem konnten bis hierher bereits günstige Einstellparameter-Kombinationen identifiziert werden, mit welchen der Seilschleifprozess unter deutlich reduzierten thermischen und mechanischen Belastungen für die trockene Bearbeitung metallischer Strukturen eingesetzt werden kann.

AP5: Die in Feldversuchen erzielten Stauberfassungsgrade von etwa 99 % wurden in Laboruntersuchungen an einfachen, quaderförmigen Werkstücken bestätigt. Zudem wurde ein System konzipiert, mit welchem auch kompliziertere Werkstückgeometrien flexibel eingehaust werden können.

AP6: Aus Untersuchungen zum Einsatzverhalten von Seilschleifperlen mit metallischer Bindematrix und mono- bzw. polykristallinem CBN geht hervor, dass diese einem sehr hohen mechanischen Verschleiß unterliegen. Daher wurden weitere Möglichkeiten zur Anpassung des Seilschleifwerkzeugs an den Anwendungsfall der trockenen Bearbeitung metallischer und mineralischer Strukturen geprüft. Bis zum aktuellen Zeitpunkt wurde allerdings kein Konzept für neuartige Schleifperlen identifiziert, welches den sicheren Einsatz für den gegebenen Anwendungsfall ermöglicht. Potential für eine Komplettwerkzeuganpassung wird der Optimierung des Seilvergusses im Hinblick auf eine höhere Temperaturbeständigkeit eingeräumt.

AP7: Erste Prototypen der vom Projektpartner Husqvarna entwickelten mobilen, tauchend arbeitenden Seilschleifmaschine stehen ausgewählten Endanwendern zur Verfügung und werden in Feldversuchen eingesetzt. Rückmeldungen zum Einsatzverhalten stehen zum aktuellen Zeitpunkt aus.

AP8: Die für AP8 geplante Zusammenführung der zuvor entwickelten Einzelkomponenten zu einem Gesamtsystem wurde bereits durch den modularen Aufbau der Einzelkomponenten berücksichtigt und kann daher je nach Einsatzfall flexibel vorgenommen werden. In Feldversuchen wird die Modularität der Einzelkomponenten getestet. Rückmeldungen darüber, inwiefern sich die Modularität der Einzelkomponenten im Feld praktisch nutzen lässt, stehen zum aktuellen Zeitpunkt aus.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP5: In AP5 wird aktuell ein Unternehmen gesucht, welches das flexible Einhausungskonzept prototypisch umsetzt. Sobald hier ein Partner gefunden wurde und ein Prototypen-System zur Verfügung steht, erfolgt die Bewertung der Funktionstüchtigkeit und der Leistungsfähigkeit anhand von Laboruntersuchungen.

AP6: Aus den Laboruntersuchungen der APs 3 und 4 geht hervor, dass die thermisch induzierte Schädigung der Seilgummierung maßgeblichen Einfluss auf das Standverhalten der eingesetzten Seilschleifwerkzeuge besitzt. Daher wird ein neuer Fokus in der Werkzeuganpassung auf die Eigenschaften der Seilgummierung gelegt. Es ist geplant, zu diesem Zweck zunächst Fachleute aus dem Bereich Werkstoffkunde/Kunststofftechnik zu kontaktieren, um Möglichkeiten zur Substitution der aktuell verwendeten Vergussmasse zu diskutieren.

AP7/8: Sobald Rückmeldungen zum Einsatzverhalten der mobilen, tauchend arbeitenden Seilsäge sowie zur Nutzbarkeit der Modularität der Einzelkomponenten im Feld vorliegen, erfolgen gegebenenfalls die Anpassung der Maschine und Komponenten.

AP9: Ziel dieses Arbeitspaketes ist es, Erkenntnisse zum Einsatzverhalten von Seilschleifwerkzeugen beim trockenen Einsatz an hoch armierten Stahl-Beton-Bauteilen (Stahlanteil $< 15 \%$) sowie an Stahl-Beton-Verbunden ($< 50 \%$) zu erlangen. Auf Basis dieser Erkenntnisse werden gegebenenfalls das Stauberfassungssystem sowie die Einstellparameter des Kühlsystems angepasst. Für den kommenden Berichtszeitraum ist geplant, in Stichversuchen die unterschiedlichen Anforderungen an die Staubabsaugung und die Kühlung beim trockenen Einsatz der Seilschleiftechnologie an Stahl- und Stahl-Beton-Bauteilen zu identifizieren. Hieraus wird der Handlungsbedarf im Hinblick auf die Anpassung des Kühl- und Staubabsaugungssystems abgeleitet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Für die Ausgabe 8/9 - 2011 ist eine Veröffentlichung der bisher erzielten Forschungsergebnisse in der Fachzeitschrift „atw – International Journal for Nuclear Power“ unter dem Titel „Anpassung der Seilschleiftechnologie an die besonderen Anforderungen des Rückbaus kerntechnischer Anlagen“ vorgesehen. Die Einreichung des Beitrags erfolgt im August 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 30.09.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
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: Entwurf und Aufbau eines Versuchsstandes
Während den Dekontaminationsversuchen hat sich herausgestellt, dass es zu willkürlichen Drehungen des Werkzeugträgers im Rohr kommt. Infolgedessen wird die Verbindung zwischen dem Werkzeugträger und der Welle, welche über ein Gewinde miteinander verbunden sind gelöst und der Dekontaminationsvorgang abgebrochen.
Es hat sich jedoch auch gezeigt, dass eine zusätzliche Drehung des Werkzeugträgers im Rohr die Kontakthäufigkeit des Werkzeugs mit der Rohrwand erhöht und dadurch einen besseren Abtrag ermöglicht. Daher wurde dieser Effekt verstärkt, indem die Schraubenverbindung zwischen der Welle und dem Werkzeugträger durch ein Drehgelenk ersetzt wurde, so dass dem Werkzeugträger ein zusätzlicher Rotationsfreiheitsgrad ermöglicht worden ist. Die genaue Ursache dieser Drehbewegung ist bisher nicht geklärt. Deswegen wurde der Versuchsstand weiter ausgebaut, um diese Drehbewegung zu charakterisieren und den positiven Effekt auf den Abtragsprozess zu ermitteln. Hierzu wurde ein neues Drehgelenk konstruiert und mit einem Näherungssensor ausgestattet, welche die Drehbewegung des Werkzeugträgers er-

fassen soll. Es wurde außerdem ein Auswertalgorithmus mithilfe des Programms LabVIEW programmiert, um die Drehbewegung auszugeben.

- AP2: Simulierung von Ablagerungen in Rohrabschnitten und Durchführung von Versuchen zum Herauslösen dieser Rückstände aus den Rohren
 Ein Hauptaugenmerk dieses Projektes ist das realitätsnahe Abbilden der Ablagerungen in den Rohren. Da diese in unterschiedlichen Dicken vorhanden sind, wurde der Einfluss der Dicke im Dekontaminationsversuch untersucht. Diese wurden in den Größen eins-, zwei-, drei-Millimeter und jeweils in unterschiedlicher Härte nachgebildet und die Dekontaminationsversuche an diesen durchgeführt.
- AP3: Entwicklung eines Werkzeuges zum Herauslösen der Ablagerungen
 Die Herausforderung der Dekontamination der Rohre unterschiedlicher Durchmesser wirft die Fragestellung auf, inwiefern der Abstand des Werkzeuges von der Rohrwand einen Einfluss auf den Abtragsprozess besitzt. Neben der Vielzahl an unterschiedlichen Durchmessern können die Rohre auch durch Verformungen Abweichungen von ihrem ursprünglichen Zustand besitzen, sodass der Abstand eines Werkzeuges im Rohr nicht immer konstant ist. Aus diesem Grund wurden Werkzeuge unterschiedlicher Durchmesser hergestellt, die erlauben diesen Einfluss untersuchen.
- AP6: Untersuchungen zur Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Prozessgrößen und den Einflussfaktoren
 Bisher wurden zwei unterschiedliche Durchmesser des Werkzeuges untersucht. Es hat sich gezeigt, dass ein sehr großer Einfluss vorliegt. Ein nicht optimal ausgewählter Abstand wie bspw. einem zu kleinen Werkzeugdurchmesser führt zu einer beträchtlichen Verringerung der Abtragsleistung. Offensichtlich existiert ein kleiner Wirkradius beim Werkzeugträger während der Vibrationen. In weiteren Untersuchungen soll dieser Sachverhalt näher untersucht werden.
 Erste Untersuchungen zur Ermittlung des Einflusses der Dicke der Ablagerungen haben bisher unterschiedliche Ergebnisse hervorgebracht. Dickere Ablagerungen lassen sich bei sonst gleichen Prozessparametern schlechter entfernen als dünnere Ablagerungen. Bei größerer Härte der Ablagerungen ist dieser Sachverhalt nicht mehr gegeben und sogar umgekehrt. Es lassen sich bisher abschließend noch keine Ursachen oder Erklärungen finden, da die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP3: Entwicklung eines Werkzeuges zum Herauslösen der Ablagerungen
 Beim Dekontaminieren wird das Werkzeug in das Rohr mit einer konstanten Vorschubgeschwindigkeit eingeführt. Hierbei hat sich bei den dicken Ablagerungen gezeigt, dass der erste Kontakt des Werkzeuges mit den Ablagerungen an der Stirnseite des Werkzeuges stattfindet. Da sich an dieser Seite keine Werkzeugkanten befinden und zudem die Vibrationsrichtung senkrecht zu dieser Fläche steht, findet kein Abtrag statt. Stattdessen wird der Abtragsprozess behindert oder gar zum Abbruch gebracht. Ein kleinerer Werkzeugdurchmesser löst zwar das Problem, jedoch geht dies, so wie im Punkt 3 beschrieben, mit einer großen Leistungsminderung einher. Um diesen Vorgang zu optimieren soll als nächstes ein spitzzulaufer Werkzeugkopf untersucht werden. Das Ziel ist einen vom Werkzeugeindringweg abhängigen Abtrag an den Ablagerungen zu realisieren und damit die Ablagerungen schrittweise zu entfernen.
- AP6: Untersuchungen zur Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Prozessgrößen und den Einflussfaktoren
 Die im Punkt 3 beschriebene Drehbewegung wird weiter untersucht. Falls der positive Effekt sich bestätigen, erfassen und beeinflussen lässt, kann damit ein Konzept zur Ermittlung der Abtragsleistung erarbeitet werden. Hierbei ist die Idee, die Drehbewegung des Werkzeugträgers zu überwachen und den Vorschub und Vibrationen mithilfe dieser zu regeln. Damit wäre eine vollständig automatisch ablaufende Dekontamination realisierbar.
 Es werden derzeit Anstrengungen unternommen, die Kontakthäufigkeit des Werkzeuges mit den Ablagerungen bzw. der Rohrwand zu charakterisieren. Ziel ist die Abhängigkeit dieser Größe von den Prozessgrößen zu ermitteln und damit Optimierungen am Abtragsprozess vornehmen zu können.
 Weiterhin werden Untersuchungen durchgeführt, um die Wirkung der Einflussgrößen des Werkzeuges, der Ablagerungen und des Prozesses auf den Abtragsvorgang zu untersuchen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

KONTEC 2011, Dresden

Im Berichtszeitraum wurde ein schriftlicher Beitrag mit dem Titel „Dekontamination von Rohrleitungen mittels Vibration“ zur KONTEC 2011 in Dresden eingereicht und als Kurz- wie auch als Postervortrag präsentiert.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
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 (Mobima) 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 endlagerechter 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 ersten Quartal 2011 haben wir unser Abtragskonzept, bestehend aus einer aktivierten Hinterschneiddiske zum Betonabtrag in Kombination mit einem Fräswerkzeug zum gezielten Abtrag der bewehrten Bereiche auf seine Einsatztauglichkeit untersucht. In enger Zusammenarbeit der Projektpartner haben wir für verschiedene Konzeptvariationen und aktuell, in kerntechnischen Anlagen eingesetzte und zum Abtrag von Stahlbeton geeigneten Abtragsverfahren hinsichtlich ihrer Produktmerkmale, wie z. B. Prozesszeit, Standzeit, Schnittkraft oder auch Automatisierbarkeit, untersucht. Die Ergebnisse wurden anschließend in Form einer „Quality- Funktion-Deployment“ (QFD) Analyse gegenübergestellt und bewertet.

Weiterhin wurden auf unserer Versuchsanlage weitere Versuche zum Fräsen von Stahlbeton hinsichtlich des Einflusses verschiedener Prozessparameter durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass der Einfluss der abzutragenden Betonfestigkeit und die Größe der Zuschlagsstoffe einen wesentlichen Einfluss auf die optimalen Prozessparameter (Schnittgeschwindigkeit, Schnitttiefe, Vorschub etc.) haben. Der Verschleiß und somit die Standzeit des Fräswerkzeuges wird direkt durch die Prozessparameter bestimmt. Die ersten Versuche haben gezeigt, dass die Verschleißsituation beim Fräsen kritisch ist. Zur Erhöhung der Fräserstandzeit wurden verschiedene Ansätze untersucht. Dabei sind die Wahl geeigneter Schnittparameter (entsprechend des abzutragenden Betons), der Einsatz eines geeigneten Messerkopfes und die Optimierung der Schneidkantengeometrie von entscheidender Bedeutung. Somit konnten wirksame Maßnahmen zur Standzeiterhöhung definiert werden. Die Ergebnisse der bisher durchgeführten Versuche gingen direkt in die Auswertung der QFD ein.

Das Ergebnis der QFD zeigt, dass die Anwendung einer Verfahrenskombination aus Fräsen und angeregtem Hinterschneiden des Betons, bei einem Abtragswerkzeug mit getrennten Schneiden, vor allem durch die Fernhantierbarkeit eine sehr gute Alternative zu bestehenden Systemen darstellt.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde das Schneidwerkzeugkonzept angepasst. Hierzu wurde das Antriebskonzept überarbeitet und das Manipulatoranbindungskonzept entsprechend der neuen Gegebenheiten aktualisiert. Des Weiteren wurde das Absaugungskonzept für die notwendigen Schnitt- und Abtragsituationen detailliert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im weiteren Projektverlauf wird das ausgewählte Konzept detailliert und die einzelnen Komponenten dahingehend ausgelegt, dass alle notwendigen Funktionen realisiert und technisch zuverlässig betrieben werden können. Parallel dazu wird eine Risikoanalyse durchgeführt, um die notwendige technische Sicherheit des Systems bei unseren geplanten Feldversuchen und einer späteren Weiterverwendung zu gewährleisten.

Nach der endgültigen Detaillierung des Gesamtkonzeptes, der Anpassung aller Hauptkomponenten (Schneidtechnik, Werkzeuganbindung, Absaugung) aneinander und der Klärung aller technischen Fragen werden Einzelteilzeichnungen erstellt, um die Fertigung und Bestellung der notwendigen Bauteile frühzeitig in die Wege zu leiten.

Um die Standzeit des Fräswerkzeuges zu erhöhen, wird auf einen Spezialmesserkopf zurückgegriffen, welcher eine deutlich Standzeiterhöhung erwarten lässt. Dieser Messerkopf wird im weiteren Projektverlauf auf unserer Versuchsanlage erprobt und im Zusammenspiel mit unserem Gesamtwerkzeugsystem getestet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Postersession zur KONTEC 2011

Präsentation zur Jahrestagung Kerntechnik 2011

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 753.861,00 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 hochbewehrter 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: Die Recherchen zum Stand der Technik und die Konzipierung des neuen Schneidgerätes sind abgeschlossen.
- AP2: Auf dem eingerichteten Prüfstand wurde eine Vielzahl von Versuchen durchgeführt, um die Eignung des Fräsprozesses für den Abtrag von Stahlbeton zu verifizieren. Die Auswertung der Versuchsreihen erfolgte hinsichtlich des Einflusses der Prozess- und Werkstoffparameter auf die Werkzeugstandzeit, die sich als kritische Größe herauskristallisiert hat. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen weiterhin als Basis für eine umfangreiche Quality-Function-Deployment-Analyse (QFD), die das gewählte Verfahren dem aktuellen Stand der Technik und alternativen Konzepten gegenüberstellt. Das Ergebnis der QFD wurde in einem ausführlichen Bericht festgehalten und hat bestätigt, dass das aktuell verfolgte Konzept die vermutlich größten Erfolgsaussichten und Chancen bietet.
- AP3: Der erste Entwurf der Manipulatoranbindung wurde an die neuen Erkenntnisse der Verfahrensverifikation angepasst, weiter detailliert und verschiedene Zusatzfunktionen integriert. Außerdem wurden grundlegende Komponenten mittels Auslegungsrechnungen dimensioniert und ein Finite-Elemente-Modell (FEM) zur statischen und dynamischen Systemanalyse aufgebaut.
- AP4: Anhand der Erkenntnisse der QFD aus AP2 wurden die Anforderungen an die Abraumförderung angepasst und das Konzept überarbeitet. Des Weiteren wurden Angebote für die pneumatische Förderanlage eingeholt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Abgeschlossen.
- AP2: Zur Erhöhung der Fräserstandzeit werden verschiedene Ansätze untersucht. So soll z. B. auf einen Spezialfräser zurückgegriffen werden, der eine deutliche Steigerung der Standzeit gegenüber Standardfräsköpfen erwarten lässt. Anhand weiterer Versuchsreihen soll die tatsächliche Standzeiterhöhung auf dem Prüfstand ermittelt werden. Außerdem werden parallel zu den anderen Arbeiten kontinuierlich weitere Möglichkeiten zur Standzeitsteigerung recherchiert.
- AP3: Der Entwurf der Manipulatoranbindung wird kontinuierlich an die Anforderungen, die sich aus der Zusammenführung von Schneidwerkzeug, Manipulator und Absauganlage ergeben angepasst. Im nächsten Schritt erfolgen die Auslegung aller Komponenten und die Umsetzung des Entwurfs in fertigungsgerechte Zeichnungen. Außerdem werden parallel dazu Angebote für die benötigten Zukaufteile eingeholt.
- AP4: Nach Festlegung des endgültigen Gesamtkonzeptes sind die Randbedingungen für die pneumatische Förderanlage gegeben. Die einzelnen Komponenten werden entsprechend ihrer Anforderungen ausgelegt, konstruiert und gefertigt. Anschließend erfolgt der Zusammenbau der Förderanlage sowie des Gesamtsystems.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Das Projekt INAS wurde zur KONTEC 2011 im Rahmen einer Postersession und zur Jahrestagung Kerntechnik 2011 einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Die positive Resonanz des Fachpublikums zeigt das große Interesse an diesem Forschungsprojekt.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 443.255,00 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

Die im vorangegangenen Berichtszeitraum erstellte umfangreiche Bibliothek von prinzipiell möglichen Beta-Strahlern wurde weiter eingegrenzt. Als Kriterien wurden ein Wert für die maximale Beta-Energie von größer als 150 keV sowie eine Halbwertszeit von über 120 Stun-

den gewählt. Die verbleibenden ca. 100 Kandidaten werden hinsichtlich ihrer praktischen Relevanz weiter sortiert.

Die Untersuchungen im Labormaßstab, d. h. unter Verwendung von Gamma- und Beta-strahlenden Radionukliden ohne absorbierendes Material, wurden fortgesetzt und stehen vor dem baldigen Abschluss. Das untersuchte Aktivitätsverhältnis zwischen dem Beta-Strahler ^{170}Tm und verschiedenen Gamma-Strahlern vergrößerte sich um einen weiteren Faktor 5 gegenüber den vorangegangenen Messungen aufgrund der relativ kurzen Halbwertszeit von ^{170}Tm . Diese Messreihe dient zur Entwicklung und zum Test einer Modellfunktion zur Beschreibung des Beta-Strahlers.

Parallel hierzu wurden erste Sondierungsmessungen an den Heißen Zellen der RCM mit (extrem) starken ^{90}Sr -Quellen durchgeführt. Hierzu wurde ein tragbarer HPGe-Detektor (FALCON 5000) eingesetzt. Dieser besitzt ähnliche Eigenschaften wie der im segmentierten Gamma-Scanner installierte Detektor. Die erzielten Ergebnisse werden für Optimierung des temporären Messaufbaus für weitere Messungen an den Heißen Zellen eingesetzt.

Für Messungen mit dem segmentierten Gamma-Scanner wurden bei RCM verfügbare Kalibrationsgebände zunächst mit verschiedenen Gamma-Strahlern bestückt um die Absorptionseigenschaften durch die Gebindematrix zu untersuchen. Gleichzeitig dienten diese ersten Messungen als Grundlage für die Erarbeitung einer Strategie zur Bestimmung von Beta-Strahlern über den Bremsstrahlungsanteil in Gamma-Spektren.

Das Hauptaugenmerk im Berichtszeitraum lag in der Weiterführung und der Verbesserung der Simulationen mittels EGS (Electron Gamma Shower Monte Carlo Transport Code). Hier konnte durch Nutzung der Clusterkapazitäten des Leibniz-Rechenzentrums eine deutliche Verbesserung der Rechenperformance erzielt werden. Durch Nutzung eines anderen Code-Pakets für EGS können nunmehr beliebige Geometrien simuliert werden, d. h. die bisherige Beschränkung auf zylindersymmetrische Geometrien entfällt. Auch können nun Partikeltrajektorien graphisch dargestellt werden. Speziell diese Eigenschaft ist für das Verständnis der Entstehung der gemischten Gamma- / Bremsstrahlungs-Spektren unter Berücksichtigung von Abschirmungen extrem hilfreich.

4. Geplante Weiterarbeiten

Auf der Basis der Liste der relevanten Beta-Strahler werden geeignete Kandidaten für eine Herstellung am FRM II für weitergehende Testmessungen bestimmt. Ihre Verwendung soll vor allem der Fortführung der Messdatengewinnung mit den Kalibrationsgebänden mit bekannten Beta- / Gamma-Strahleraktivitäten dienen. Parallel hierzu werden auch die Messdaten von Gebänden mit unbekanntem Inhalt aus der Produktkontrolle, die Hinweise auf in ihnen enthaltene Beta-Strahler liefern, analysiert.

Ein wichtiger Gesichtspunkt der weiteren Arbeiten betrifft die Simulation von kombinierten Beta- / Gamma-Strahlungsspektren mittels EGS. Das Ziel dieser Arbeiten ist die Gewinnung eines vertieften Verständnisses für die Erzeugung der Bremsstrahlung durch Beta-Strahler. Anwendung soll die Simulation auch auf durchgeführten Messungen finden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

B. Rohmoser, T. Bücherl, Ch. Lierse v. Gostomski, Nutzung von Bremsstrahlung - Anwendung zur Charakterisierung radioaktiver Abfallgebände, 10. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“ einschließlich 10. Statusbericht des BMBF „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen“, 06.-08. April 2011 im MARITIM Hotel & Internationales Congress Center Dresden.

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 31.12.2011	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
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.

Die Bearbeitung der AP2 und AP3 wurde fortgesetzt.

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.

Im AP4 werden auf Basis der in den AP1 bis AP3 ermittelten Daten 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.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Bearbeitung der AP2, AP3 und AP4 wird fortgesetzt.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 267.039,00 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

- AP5: Im Berichtszeitraum wurden weitere Interviews mit Anwohnern des Altlastenfalles De-Haën in Hannover geführt. Darüber hinaus wurden Akteure wie Journalisten der regionalen Presse und eine von der örtlichen Bürgerinitiative beauftragte Rechtsanwältin interviewt.
- AP6: Strahlenschutz-Experten und Behördenvertreter aus den involvierten Institutionen im Hannoveraner Altlastenfall wurden interviewt. Zusätzlich fanden Informationsgespräche mit Mitarbeitern der Wismut GmbH an verschiedenen Standorten in Sachsen und Thüringen statt.
- AP7: Die Interviews mit den Anwohnern wurden ausgewertet. Dabei wurden die Aussagen auf zentrale Aspekte reduziert sowie Schlüsselsätze markiert, Notizen zum Gesprächsverlauf und zum sozialen Hintergrund der interviewten Person vervollständigen das Verfahren. Es zeichnet sich ab, dass ein Großteil der eingangs formulierten Thesen zur Risikowahrnehmung betroffener Anwohner bestätigt werden kann.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Weitere Durchführung von Interviews mit unterschiedlichen Akteuren im Altlastenfall De Haën, Hannover
- Zusätzliche Durchführung von Interviews und Informationsgesprächen mit Experten auf nationaler Ebene zur Rahmung der Problematik
- Auswertung der Interviews und Dokumentation der Ergebnisse
- Vergleich mit den Ergebnissen der Dokumentenanalyse (Regelwerke und Quellentexte des Strahlenschutzes, Medienberichte, sozialwissenschaftliche Risikoforschung)

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.015.982,00 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-Impuls-Schneiden (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:

- Hot-Wire-Plasmaschneiden an Atmosphäre: Untersuchung der Wirkung von exothermen Reaktionen zur Verbesserung des Schneidverfahrens durch reaktive Pulver oder Fülldrähte
- Prozessentwicklung des Hot-Wire-Plasmaschneidens 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 desselben Equipments zum Bohren
- Entwicklung eines Lichtbogen-Sauerstoff-Impuls-Brenners unter Verwendung moderner CAD/FEM-Systeme
- Versuche zum Lichtbogen-Sauerstoff-Impuls-Schneiden: Parameterstudie zum Schneiden von dickwandigen Bauteilen im Hinblick auf hohe Prozesssicherheiten
- Untersuchungen zur Ausnutzung exothermer Reaktionen zur Leistungssteigerung als integratives Element im Zusatzwerkstoff: Entwicklung von exothermen Fülldrähten auf Thermit- bzw. Magnesiumbasis zur Leistungssteigerung des Schneidprozesses
- Messung der Prozessemissionen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Durchführung von umfangreichen Emissionsmessungen beim Hot-Wire-Plasmaschneiden. Hierbei wurden insbesondere die folgenden Einflussfaktoren auf die Gesamtstaubemissionen untersucht:

- Prozessgase
- Arbeitsabstand zum Werkstück
- Einfluss der Schnittgeometrie (Trennschnitt oder Einbringen einer definierten Einkerbung in das Werkstück)
- Pulvereinbringung.

Hierbei wurde festgestellt, dass die emittierte Gesamtstaubmenge sehr stark von den Prozessgasen abhängt, wobei der Einsatz von Sauerstoff als Plasmagas und Wirbelgas die mit Abstand größten Emissionen verursacht und der Einsatz von Stickstoff die geringsten. Weiterhin wurde nachgewiesen, dass eine gezielte Einkerbung eines Werkstückes im Gegensatz zu einem Trennschnitt eine signifikante Reduzierung der luftgetragenen Emissionen ermöglicht. Das Einbringen von reaktiven Pulvern erhöht hingegen die Prozessemissionen mindestens um den Faktor 2. Die neben den Gesamtstaubmessungen ebenfalls durchgeführten Messungen der Partikelgrößenverteilungen kamen zu dem Ergebnis, dass es keinen signifikanten Einfluss der Prozessgase auf die Partikelgrößenverteilung der Emissionen eines frei brennenden Hot-Wire-Lichtbogens gibt, wobei das Maximum der Partikelgrößenverteilung bei ca. 200 nm liegt. Das Einbringen von Aluminiumpulver in den Prozess führt dabei zu einem Anwachsen der Partikelkonzentration in den Partikelgrößenklassen oberhalb von 500 nm. Darüber hinaus wurde ein Vergleich der Prozessemissionen zwischen dem übertragendem Plasmaschneiden und dem Hot-Wire-Plasmaschneiden an 10 mm dicken Baustahlblechen vorgenommen. Hierbei zeigte sich, dass das Hot-Wire-Plasmaschneiden aufgrund des abschmelzenden Drahtwerkstoffes zu deutlich größeren Emissionen (Faktor 2-3) führt.

- Nach dem Instandsetzen der Drahtziehanlage und dem Modifizieren der Pulverzuführung wurden Fülldrähte mit einer Aluminiumpulverfüllung und einer Magnesiumpulverfüllung hergestellt, wobei die Drähte auf einen Außendurchmesser von 2,75 mm gezogen wurden. Die Schneidversuche mit den Einkammerfülldrähten sind für den August 2011 geplant. Die Herstellung der schwieriger herzustellenden Doppelmantelfülldrähte mit einer Thermitfüllung ist ebenfalls für den Zeitraum August-September 2011 geplant.
- Neben den Emissionsmessungen wurden auch Prozessanalysen des Hot-Wire-Plasmaschneidens auf Grundlage einer Strom- und Spannungsmessung vorgenommen. Hierbei zeigte sich u. a. die zu erwartende starke Abhängigkeit der Lichtbogenspannung von den Prozessgasen und ein großer Einfluss des Arbeitsabstandes auf die Lichtbogenspannung, welcher ggf. zu einer Brennerabstandsregelung genutzt werden kann.
- Erste Versuche zum Lochstechen zeigten, dass es mit dem Hot-Wire-Plasmaschneiden sehr einfach möglich ist, Löcher auch über einen sehr großen Arbeitsabstand in Werkstücke einzubringen.
- Abschluss der LSI-Brennerkonstruktion und Fertigung eines Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsbrenners.
- Beginn des Versuchsstandaufbaus: Installation des LSI-Brenners in einer Schallschutzkabine an einem Industrieroboter.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Hot-Wire-Schneiden an Atmosphäre: Thermit-Fülldrahtherstellung, Kombination mit reaktiven Fülldrähten
- Hot-Wire-Schneiden unter Wasser: Prozessentwicklung, Konstruktion und Aufbau des Werkzeuges und Versuchsstandes, Einsatz von reaktiven Fülldrähten
- LSI-Schneiden: Weiterführung des Versuchsstandaufbaus, Versuche mit Massiv- und Fülldrähten an Atmosphäre, Versuche mit Massiv- und Fülldrähten unter Wasser
- Prozessanalyse: Stromspannungsanalysen
- Weitere Emissionsmessungen

5. Berichte, Veröffentlichungen

T. Hassel, M. Petersen, H. Jakob, Prof. Fr.-W. Bach: Hot-Wire-Plasmaschneiden mit exotherm abreagierendem Zusatzwerkstoff zur Erhöhung der Schneidleistung; Vortrag und Beitrag im Tagungsband des 10. Internationalen Symposiums „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, 06.-08.04.2011, Dresden

T. Hassel, M. Petersen, H. Jakob, Prof. Fr.-W. Bach: Aktuelle Entwicklungen zum Hot-Wire-Plasmaschneiden; Vortrag auf der 40. Sitzung des Arbeitskreises Wasserstrahltechnologie, 14.03.2011, Hannover

H. Jakob, M. Petersen, T. Hassel, Prof. Fr.-W. Bach: Entwicklung eines LSI-Brenners: Wiederentdeckung des Lichtbogen-Sauerstoff-Impuls-Schneidens; Vortrag und Beitrag im Tagungsband der Großen Schweißtechnischen Tagung, 26.-28.09.2011, Hamburg (angenommen)

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 677.624,00 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 Forschungsprojekt 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 1* sind hauptsächlich gekennzeichnet durch die Beschaffung von unbelasteten Proben aus Altbeton sowie der Herstellung von Laborbetonkörpern.

Das *Arbeitspaket 2* 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 3* 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 4* 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

Im Zentrum des vorliegenden Berichtszeitraums standen Untersuchungen an Betonproben die im Kernkraftwerk Stade entnommen wurden. Der Schwerpunkt der Untersuchungen lag dabei auf der Ermittlung der Transportkennwerte des Betons. Weiterhin wurde die genaue Zusammensetzung des Betons analysiert. Die gewonnenen Kennwerte wurden im Rahmen des Projekts in die Materialdatenbank des Programmpakets DELPHIN implementiert. Mit Hilfe dieses Simulationsprogramms konnten umfangreiche Untersuchungen zum Einfluss der Umweltbedingungen auf die zeitliche Entwicklung der Betonfeuchte in der Randzone eines Bauelements durchgeführt werden.

Im Hinblick auf die vorbereitende Konditionierung und anschließende Mikrowellenbestrahlung von Betonproben unter definierten Klimabedingungen wurden im Berichtszeitraum verschiedene Angebote von Klimageräte-

herstellern eingeholt und bewertet. Im Zeitraum vom 27. April bis 29. April 2011 wurden Testmessungen an Containern eines Anbieters durchgeführt, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Klimakonditionierung unter Extrembedingungen zu testen. Die geforderten Vorgaben konnten dabei jedoch nur teilweise eingehalten werden. Dies gilt ebenfalls für die am KIT verfügbaren Klimakammern, die auf ihre Leistungsfähigkeit hin überprüft wurden. Vor diesem Hintergrund wurde in Abstimmung mit dem Projektpartner IHM ein neues Konzept für die Probenkonditionierung ausgearbeitet. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass die Anzahl der einstellbaren Feuchteszenarios gegenüber der ursprünglichen Planung deutlich gesteigert werden kann. Hierzu werden derzeit stapelbare Probenkammern durch die Werkstätten des IMB gefertigt, die in einem Klimaraum bei 20 °C gelagert werden. Die Luftfeuchte in diesen Boxen kann gezielt durch die Verwendung unterschiedlicher Salzlösungen nach DIN EN ISO 12571 eingestellt werden. Das neue Probenkonditionierungskonzept trägt weiterhin der Tatsache Rechnung, dass durch Veränderung des geplanten Aufbaus des Mikrowellenablationsgeräts nun deutlich kleinere Proben als ursprünglich geplant verwendet werden können. Durch Umstellung des Versuchsprogramms auf übliche Bohrkern mit Durchmessern zwischen 50 mm und 200 mm (gegenüber Platten 500x200x200 mm³) kann auch die Probenanzahl erhöht und damit die statistische Bewertung des Ablationsergebnisses stark verbessert werden. Weiterhin gestattet die nun gewählte Probengeometrie auch eine stark verbesserte Untersuchung der während der Ablation ablaufenden Mechanismen. Hierzu werden derzeit umfangreiche Voruntersuchungen zur Auswahl einer geeigneten Messtechnik durchgeführt. Zielsetzung der Messungen ist es, sowohl den Temperaturanstieg im Beton als auch dessen Ausdehnung infolge der Mikrowellenbestrahlung ad hoc zu erfassen. Die Messung der Ausdehnung soll dabei bevorzugt mittel abgeschirmter Dehnmessstreifen (DMS) erfolgen, deren Eignung in einem starken Mikrowellenfeld jedoch noch gemeinsam mit dem Projektpartner überprüft werden muss. Alternativ können faseroptische Sensoren eingesetzt werden. Im Rahmen von Vorversuchen am Mikrowellenablationsgerät wurden vom Projektpartner IHM außerdem Betonproben bereitgestellt, entsprechend zu gesägt und in verschiedenen Klimata konditioniert. Im Februar 2011 wurde in Zusammenarbeit mit dem IHM ein Poster für die KONTEC 2011 in Dresden erarbeitet. Dieses diente der Mitgestaltung eines Messestandes, an dem BMBF-geförderte Forschungsvorhaben präsentiert wurden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten im Teilprojekt des IMB sind weitgehend im Zeitplan. Die Schwerpunkte der nun folgenden Berichtsphase im Rahmen von Arbeitspaket II und III liegen in der Herstellung weiterer Prüfkörper aus Beton unter gezielter Variation der zu untersuchenden Parameter.

In den anstehenden Vorversuchen zur Mikrowellenbestrahlung sollen die mit verschiedener Messtechnik ausgestatteten Betonprobekörper eingehend auf die Leistungsfähigkeit der unterschiedlichen Messsysteme unter Mikrowelleneinfluss untersucht werden. Im Zentrum dieser Versuche steht die Suche nach einer optimalen Messtechnik zur Messung der relevanten Kenngrößen (Feuchtegehalt, Wärmeentwicklung, Dehnungen).

Die im Rahmen des neuen Feuchtekontrollierungskonzepts erforderlichen Probenbehälter werden derzeit gefertigt. Anschließend werden diese mit entsprechenden Salzen zur Feuchteregulierung und mit der erforderlichen Messtechnik zur Überwachung der Feuchte im Inneren ausgestattet.

Des Weiteren werden Betonproben mit den festgelegten Abmessungen unter Variation maßgebender Betonparameter (Leimgehalt, Wasserzementwert, Sieblinie, Gesteinskörnungsart, Bewehrungsgehalt) hergestellt und für die Ablationsversuche vorkonditioniert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Die Veröffentlichungen beschränken sich auf einen Arbeitsvortrag im Kraftwerk Stade und ein Poster bei der KONTEC 2011.

Haist, M.: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen. Vortrag bei Fa. E.ON, Kernkraftwerk Stade, Juni 2010

Umminger, M., Haist, M., Hermann, N., Müller, H.S., Melcher, A., Link, G., Thumm, M.: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen, Poster KONTEC 2011 - 10. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, Dresden, April 2011

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: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
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 4 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 durch dielektrische Messungen von verschiedenen Betonen und Baustoffen in AP3 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 Berichtszeitraum wurden die Arbeiten mit dem neuen Design fortgesetzt und endeten mit dem Aufbau einer ersten Funktionseinheit. Diese Funktionseinheit besteht aus einem wassergekühlten 10 kW Magnetron, das stufenlos Leistungen zwischen 1 kW und 10kW liefert mit dem zugehörigen Hochspannungsnetzteil, einem Quarzfenster und dem Standard Rechteckhohlleiter WR340.

Das im Jahre 2010 bestellte 10 kW Magnetron ist nach einer Lieferzeit von einem Jahr (!!!) im April 2011 endlich eingetroffen und wurde ausführlich auf seine Funktion getestet. Es hat sich gezeigt, dass das Magnetron die geforderten Spezifikationen erfüllt.

Zum Schutze des Magnetrons vor Verschmutzung durch den abgesprengten Beton wurde weiter ein Quarzglasfenster bestellt, das im Mai geliefert wurde.

Das Magnetron wurde zwischenzeitlich mit den Hohlleiter und dem Quarzfenster zu einer Funktionseinheit zusammgebaut und auf Funktionsfähigkeit getestet.

Aufgrund von Umbaumaßnahmen im Institutsgebäude des IHM konnten erste Vorversuche der Funktionseinheit in der elektromagnetischen Abschirmkammer des Institutes erst in der zweiten Juli-Woche 2011 vorgenommen werden.

Die Versuche haben gezeigt, dass die Ablation von Beton mit einem 10 KW Magnetron grundsätzlich möglich ist, so dass jetzt mit den systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen in Kooperation mit den Projektpartnern begonnen werden kann (Meilenstein 1).

Ein grundsätzliches Problem dabei war die Entfernung des abgesprengten Beton aus dem Hohlleiter, das noch der Lösung bedarf.

Parallel dazu wurde begonnen die Erwärmung von Beton mit Mikrowellen mit den kommerziellen Softwarewerkzeugen CST Microwave Studio und Comsol Multiphysics zu simulieren. In Absprache mit dem Kooperationspartner bei einer Besprechung im Mai 2011 wurde das Design der zu untersuchenden Betonproben definiert. Damit werden in naher Zukunft mit der Funktionseinheit Versuche beim Kooperationspartner in der eigens dafür vorgesehen Versuchsanlage durchgeführt, deren Aufbau auch bei dem Treffen im Mai abgestimmt wurde.

Weiter wurden am Messplatz zur dielektrischen Charakterisierung vom Kooperationspartner gelieferte Betonproben mit unterschiedlichem Feuchtegehalt vermessen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Gemäß der Absprache mit dem Projektpartner vom Mai 2011 sind für den kommenden Berichtszeitraum Ablationsversuche beim Kooperationspartner geplant. Beim Kooperationspartner wird hierfür gemäß Projektantrag eine spezielle Versuchseinheit gebaut, um die Proben entsprechend bearbeiten zu können. Weiter ist nach wie vor die dielektrische Vermessung der Proben notwendig. Auch die theoretische, mathematische-physikalische Modellierung des Sachverhaltes wird weiterverfolgt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld		Förderkennzeichen: 02 S 8720
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2010 bis 31.05.2013	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 333.280,00 EUR	Projektleiter: Dr. Tragsdorf	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist der Nachweis der großtechnischen Erzeugung von Korrosionsschutzschichten auf End- und Zwischenlagerkomponenten aus Sphäroguss unter wirtschaftlichen Aspekten.

Ausgehend von dem Vorgängervorhaben SHARK sind einige Aspekte unterschiedlicher Beschichtungen (HVOF, Kaltgasspritzen, Lichtbogendrahtspritzen) weiter auf die Verwendbarkeit für Nuklearkomponenten zu untersuchen. Diese Aspekte sind insbesondere die Optimierung der Verfahrenstechnik an komplizierten Bauteilgeometrien (Radien), die Reparatur- und Nachbehandlungsschritten, sowie die Entwicklung eines für die thermisch gespritzten Schichten geeigneten Prüfverfahrens.

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

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit der Universität Hannover – Institut für Werkstoffkunde (Vorhaben mit dem Förderkennzeichen 02S8730) durchgeführt. Es wurde ein FuE-Unterauftrag an Sulzer Metco Coatings GmbH vergeben.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Auswahl eines geeigneten thermischen Spritz-Verfahrens
Hierzu werden 3 Verfahren an Probenplatten und Winkelgeometrien gegenübergestellt
- AP2: Beschichtung einer Kleinkomponente
- AP3: Beschichtung einer Großkomponente
- AP4: Erprobung von Reparaturmöglichkeiten defekter Spritzschichten
- AP5: Berichterstattung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Probeplatten wurden mittels HVOF und Lichtbogendrahtspritzen beschichtet, die Beschichtungen wurden vom IW Hannover bewertet; eine abschließende Bewertung steht noch aus.
- AP2: Kleinkomponenten sind hergestellt.
- AP3: Geometrie der Großkomponente ist abgesprochen.
- AP4: Probeplatten sind in Vorbereitung.
- AP5: Keine Aktivität.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Abschließende Bewertung der Beschichtungen an Probeplatten (Untersuchung beim IW Hannover).
Entscheidung über die Geometrie der Winkelgeometrien.
- AP2: Beschichtung der Kleinkomponente.
- AP3: Fertigung der Großkomponente.
- AP4: Beschichtung der Reparaturplatten und Erarbeitung eines Reparaturkonzeptes.
- AP5: Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8730
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2010 bis 31.05.2013	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 308.765,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist der Nachweis der großtechnischen Machbarkeit von thermisch gespritzten Beschichtungen auf End- und Zwischenlagerkomponenten aus Sphäroguss unter wirtschaftlichen Aspekten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Definition der Randbedingungen
- AP2: Aufarbeitung der bisherigen Ergebnisse aus dem vorhergehenden Projekt SHARK
- AP3: Auswahl des geeigneten thermischen Spritzverfahrens
- Untersuchungen der gespritzten Beschichtungen auf planaren Probelplatten hinsichtlich Schichtaufbau und Korrosionsschutz
 - Auswertung/Festlegung des Verfahrens
- AP4: Beschichtung einer Kleinkomponente
- Beschichtung, Untersuchungen hinsichtlich Schichtaufbau und Korrosionsschutz
 - Beschichtung, Untersuchungen hinsichtlich Schichtaufbau und Korrosionsschutz
 - Auswertung
- AP5: Beschichtung einer Großkomponente
- Untersuchungen hinsichtlich Schichtaufbau und Korrosionsschutz
 - Auswertung
- AP6: Erprobung von Reparaturmöglichkeiten
- Untersuchungen hinsichtlich Schichtaufbau, Anhaftung, Korrosionsschutz und Porosität
 - Reparaturbeschichtungen werden auch an der Klein- bzw. Großkomponente geprüft
 - Auswertung
- AP7: Berichterstattung
- Regelmäßige Projektstatusgespräche
 - Regelmäßige Berichterstattung an das BMBF (Halb-, Jahresberichte)
 - Abschlussberichterstattung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP3: Untersuchungen erster Beschichtungsproben:

- Probenfertigung (Sulzer Metco): Stahlsubstrat; Spritzverfahren 1.) Lichtbogendrahtspritzen (Spritzwerkstoff Metco 8451: Ni-Matrix, Cr15Si5W2B0,5C0,04), 2.) HVOF-GF (High Velocity Oxy Fuel-Gaseous Fuel) und 3.) HVOF-LF (High Velocity Oxy Fuel-Liquid Fuel) (Beschichtungswerkstoffe Diamalloy 2001 für GF sowie Metco 15F für LF beide chemisch gleich nur mit feinerer Körnung für das GF-Verfahren: Ni-Matrix, Cr17Fe4Si4B3,5C0,8), Untersuchungen: metallografische Analyse, Bestimmung der Oberflächentopografie mittels Digitalmikroskop,
- anschließend Fertigung weiterer Beschichtungsproben (Sulzer Metco): Gusseisensubstrat unter Anwendung der oben genannten Beschichtungsverfahren mit Variation der Schichtdicke (200 µm und 400 µm) und des Spritzwinkels (60° und 90°),
- Untersuchung dieser Proben durch Wassertest (24-stündige Auslagerung in Leitungswasser), Salzsprühnebeltest, Impedanzspektroskopie, metallografische Analyse, digitale Mikroskopie (Bestimmung der Oberflächentopografie, Rauheit),
- Ergebnisse: Lichtbogendrahtspritzen: wegen der schlechten Ergebnisse beim Wassertest und Salzsprühnebeltest (Prüfdauer 168 h) kann das Spritzverfahren als für die Ziele des Projektes ungeeignet ausgeschlossen werden,
HVOF-Verfahren: Wassertest wurde von allen Proben bestanden, Salzsprühnebeltest (168 h) zeigte Schichtdicken von nur 200 µm als zu gering an, Spritzwinkel von 60° beim HVOF-GF-Verfahren ohne Korrosionserscheinungen, beim HVOF-LF eine Fehlstelle in der Beschichtung, bei 90°-Spritzwinkel keine Korrosion bei beiden Spritzverfahren,
Fazit: Bislang keine wesentlichen Unterschiede bei den Verfahrensvarianten erkennbar.
Metallografische Analyse der Schichten wurde von allen Beschichtungsproben durchgeführt. Impedanzmessungen wurden begonnen und sollen noch fortgeführt werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP3: Weitere Untersuchungen der Beschichtungsproben:

- Fortführung der elektrochemischen Untersuchungen mittels Impedanzspektroskopie,
- Analyse des Schichtaufbaus mittels Rasterelektronenmikroskop,
- mechanische Prüfungen (Haftzugfestigkeitsuntersuchungen, Härteprüfungen),
- Fertigung und Untersuchung kaltgasgespritzter Proben,
- anschließend Festlegung des Spritzverfahrens und Beschichtung je zweier Boden- und Deckelbereiche um die Spritzparameter an Winkelgeometrien des Behälterprofils abzuprüfen.
- Untersuchungen zur Eignung des Ferroxytest als Porositätstest der thermischen Spritzschichten,

AP6: Erprobung von Reparaturbeschichtungen:

- Reparaturbeschichtungen an Probeplatten, Untersuchung der Reparaturstellen hinsichtlich Schichtaufbau Anhaftung und Porosität, Korrosionsuntersuchungen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

S. Behrens (Vortragende), M. Jendras, T. Hassel, Fr.-W. Bach: „Untersuchungen zur Korrosionsschutzbeschichtung von Lagerbehältern für radioaktive Abfälle“, DGM Fortbildungsseminar „Bauteilschädigung durch Korrosion“, Köln 01. – 2.12.2010

S. Behrens, T. Hassel, W. Steinwarz, N. Dyllong, I. Tragsdorf, F.-W. Bach: „Schutz durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzschichten auf dickwandigen End- und Zwischenlagerbauteilen zur Reduktion von Reparaturen, Korrosion und Kosten- SHARK -“, KONTEC 2011, 10. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“

Zuwendungsempfänger: Verein für Verfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8740
Vorhabensbezeichnung: Erprobung elektrochemischer Abtragstechnologien für den Rückbau stark armierter Betonstrukturen und das Zertrennen starkwandiger Bauteile in kerntechnischen Anlagen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2010 bis 30.04.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 129.445,00 EUR	Projektleiter: Dipl.-Chem. Friedrich	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Eine technische Herausforderung beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen stellt das Zertrennen stark armierter Betonstrukturen und starkwandiger metallischer Bauteile, z. T. in Sandwich-Bauweise ausgeführt, dar. Eine Schneidtechnologie für metallische Bauteilstrukturen, deren Trennleistung unabhängig von Materialparametern wie Härte bzw. Duktilität ist und die hohe Schnitttiefen und Schneidleistungen zulässt, stellt das elektrochemische Trennen dar.

Es soll deshalb zunächst in einem eng umrissenen Versuchsprogramm untersucht werden, ob sich diese Technologie bezüglich Schnittleistung und Schnitttiefe für die Beseitigung von Armierungen in stark armierten Betonstrukturen und für das Zertrennen dickwandiger bzw. mehrlagiger metallischer Werkstoffe prinzipiell eignet. Die dabei erzielten Ergebnisse sollen sodann innerhalb eines nachfolgenden technischen Entwicklungsprojektes verfahrens- und gerätetechnisch umgesetzt und auf diese Weise einer praktischen Anwendung zugänglich gemacht werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Materialrecherche zu den in relevanten Bereichen kerntechnischer Anlagen verwendeten Stahlsorten und Fertigung von Prüfkörpern

AP2: Aufbau des Versuchsstandes

AP3: Elektrochemische Auflösung von Armierungsstählen in Beton

AP4: Bewertung, Konzeption eines technischen Entwicklungsvorhabens, Bericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Rechercheergebnisse zu den verwendeten Stahlsorten liegen vor. Während für die Armierungen in Betonstrukturen zumeist konventionelle, teils höherfeste Baustähle verwendet wurden, kommen im Bereich des Reaktordruckgefäßes z. T. legierte Stähle zum Einsatz, wobei sich eine der in Deutschland verwendeten Stahlsorten als derzeit nicht mehr beschaffbar erwiesen hat. Die Fertigung der Probenkörper sowie der dafür benötigten Vorrichtungen wurden abgeschlossen.
- AP2: Die gerätetechnische Auslegung des Laborversuchsstandes ist abgeschlossen. Elektroden, Elektrodenaufnahmen, Elektrolytzuführungen, Positioniereinrichtung mit x,y-Linearantrieben wurden ebenfalls konstruiert und gefertigt. Die Komplettierung und die Inbetriebnahme des Versuchsstandes konnten aufgrund mehrmonatiger Verzögerungen bei der Lieferung einer speziellen Stromversorgung nicht wie ursprünglich geplant erfolgen. Dies wirkte sich auch auf die Bearbeitung des Arbeitspaketes 3 aus.
- AP3: Die Bearbeitung des AP3 wurde hinsichtlich der elektrochemischen Voruntersuchungen an Bau- und Edelstählen planmäßig weitergeführt. An weiteren Baustählen für Armierungen und an warmfesten Edelstählen wurden elektrochemische Untersuchungen zur Abhängigkeit der Auflösegeschwindigkeit von Elektrolyttyp, Temperatur, Elektrodenpotential sowie weiteren Parametern durchgeführt. Dabei zeigten sich deutliche Abhängigkeiten von den Elektrolyteigenschaften. Chlorid- und Nitrathaltige Elektrolytsysteme erscheinen bei jeweils unterschiedlichen pH-Werten besonders geeignet. Bei der Temperatur zeichnet sich ein Optimum im mittleren Temperaturbereich ab. Bereits ohne hydrodynamische Unterstützung der Korrosionsreaktion wurden wiederum hohe Abtragsgeschwindigkeiten erhalten. Weitere Arbeiten am AP3 waren im Berichtszeitraum zwar vorgesehen, jedoch unter Verweis auf die Lieferverzögerungen (AP2) nicht durchführbar.
- AP4: Eine Bearbeitung des AP4 war im Berichtszeitraum nicht vorgesehen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Die Recherchen sowie die Beschaffung von Werkstoffproben und die Probenfertigung sind im Wesentlichen abgeschlossen.
- AP2: Die Komplettierung des Versuchsstandes und die Inbetriebnahme erfolgen im 3. Quartal 2011.
- AP3: Es werden noch weitere elektrochemische Untersuchungen an den relevanten Werkstoffen durchgeführt, insbesondere auch an Proben mit Sandwich-artigem Aufbau. Nach Fertigstellung des Teststandes werden die Abtragsversuche aufgenommen.
- AP4: Im Jahr 2011 sind keine diesbezüglichen Arbeiten vorgesehen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 8750
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2010 bis 30.04.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 198.869,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Bach	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Der Einsatz von Schneidladungen zum Trennen von mechanischen Bauteilen ist seit vielen Jahren erforscht und in vielfältigen Anwendungen durchgeführt worden. Große, metallische Bauteile wie z. B. Brückensegmente werden überwiegend durch Schneidladungen zerlegt. Der Einsatz erfolgt hierbei ausschließlich auf offenem Gelände. Die Wirkung auf das zu trennende Werkstück und die benötigten Ladungsmengen sind erschöpfend erforscht, so dass ein sicherer Trennprozess gewährleistet ist.

Beim Rückbau kerntechnischer Anlagen müssen eine große Anzahl komplexer Geometrien getrennt werden. Dieses ist mit vielen konventionellen Verfahren nicht oder nur mit aufwendigen Manipulatoren möglich. Die Manipulatoren müssen positionsgenau arbeiten und bei den meisten Verfahren hohe Rückstellkräfte aufnehmen können. Die Installation dieser Manipulatoren ist sehr zeitaufwändig und kostenintensiv. Einen deutlich geringeren Aufwand stellt hier das Trennen durch Schneidladungen dar.

Zur Verwendung von Schneidladungen in geschlossenen Räumen müssen verschiedene Einflüsse des Trennvorgangs erforscht werden. Durch den Schneidprozess entsteht eine Druckwelle, es können sich Splitter lösen, Schall, Staub- Aerosol- und Gasemissionen entstehen. Um Schäden an Gebäudestrukturen zu vermeiden, werden im zweiten Teilvorhaben FEM-Simulationen zu der entstehenden Druckwelle und deren Folgen durchgeführt. Die entstehenden Staub-, Aerosol- und Gasemissionen werden in diesem Forschungsvorhaben analysiert.

Durch die Reaktion der Schneidladung mit der umgebenden Atmosphäre und dem Grundmaterial entstehen verschiedene Schadstoffe. Zum einen werden Gase als direkte Emissionsprodukte der Schneidladung, zum anderen staubförmige Partikel freigesetzt. Aus der Schneid- und Schweißtechnik ist bekannt, dass Stoffe in Form von ultrafeinen Partikeln in den Körper eindringen können. Die Partikel haben dabei zum Teil Durchmesser von wenigen Nanometern, weswegen Sie beim Einatmen durch die Bronchien in die Alveolen der Lunge eindringen können.

Bei der Untersuchung der Emissionen werden verschiedene Eigenschaften betrachtet. Zum einen werden die entstehenden Gase nach Art und Menge analysiert, zum anderen werden die Charakteristika der Stäube untersucht. An den Stäuben werden so deren Abscheidungsorte im Versuchsraum, die Gesamtmengen an freigesetzten Stäuben und die Partikelgrößenverteilung erforscht. Des Weiteren sollen Versuche durchgeführt werden, die Aufschluss über die Kontaminationsverschleppung durch luftgetragene, aktivierte Stäube geben.

Durch die Kenntnis über die Art und Menge der entstehenden Emissionen wird es möglich, die Schneidladungstechnik zum Rückbau kerntechnischer Anlagen zu evaluieren. Somit können Trennprozesse vereinfacht und der Rückbau sicherer werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

- Gesamtstaubentstehung beim Zerlegen von metallischen Bauteilen mit Schneidladungen; Untersuchung der Gesamtmenge an luftgetragenen Partikel
- Quantifizierung der Staub- und Aerosolentstehung; Untersuchung der Größenverteilung der luftgetragenen Partikel
- Quantifizierung der Gasentstehung durch die Sprengung; Untersuchung der Gaszusammensetzung durch die Reaktion der Schneidladung mit der umgebenen Atmosphäre und dem zu schneidenden Grundwerkstoff
- Kontaminationsverschleppung; Analyse des Staubniederschlags im Versuchsraum von Oberflächenbeschichtungen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Integration und Erprobung des Verdünnersystems zur Erweiterung der Staub- und Aerosolmesstechnik
- Konstruktion und Bau eines weiteren Behältermoduls
- Aufbau des Versuchsraums aus drei Behältermodulen
- Fertigung eines Exponats zur Veranschaulichung des Forschungsvorhabens auf der KONTEC 2011

4. Geplante Weiterarbeiten

- Konstruktion und Fertigung eines geeigneten Staubfangtrichters
- Konstruktion und Fertigung eines Filtersystems zur Untersuchung der Gesamtstaubemissionen
- Konstruktion und Fertigung von Bodengefäßen zur Bestimmung des Niederschlagortes
- Durchführung von Referenzmessungen mit Trennschleifverfahren
- Transport der Versuchsraummodule zum Versuchsplatz der IABG
- Durchführung von Schneidladungsversuchen
- Auswertung der Versuchsergebnisse
- Rückbau des Versuchsraums

5. Berichte, Veröffentlichungen

Dr. G. Kremer, Dr. J. Runge, R. Tewes, U. Dierkes, Dr.-Ing. Th. Hassel, H. Jakob, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.-Ing. E.h. Dr. h.c. Fr.-W. Bach, K. Heger, H. Praxl: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld; Application of linear cutter charges for the removal of nuclear power plants; KONTEC 2011; Dresden

Zuwendungsempfänger: Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung, Einsteinstr. 20, 85521 Ottobrunn		Förderkennzeichen: 02 S 8760
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2010 bis 30.04.2012	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 584.528,00 EUR	Projektleiter: Dr. Kremer	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel dieses Projektes ist es, die Schneidladung als Zerlegeverfahren für den Rückbau von kerntechnischen Anlagen zu qualifizieren. Hierbei bestehen derzeit noch deutliche Defizite bezüglich der Vorhersagbarkeit der Stärke und der Wirkung des Strukturschocks und der Druckwelle auf die Infrastruktur der Umgebung, insbesondere bei Anwendungen in geschlossenen Räumen. Neben der Erfassung der Emissionen in Form von Erschütterung, Druckwellen, Splintern, Staub und Aerosolen geht es um die Ermittlung der Wirkung dieser Emissionen auf die Umgebung und Betriebseinrichtungen. Durch eine Kombination aus Simulationsmodell, praktischen Schneidversuchen am Mockup und messtechnischer Erfassung der Emissionen soll ein Simulationsverfahren entwickelt werden, mit dem die Anwendung von Schneidladungen innerhalb von kerntechnischen Anlagen sicher ausgelegt, vorab verifiziert und genehmigt werden können.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Definition der Randbedingungen

Festlegung der Randbedingungen (Schneidaufgaben und der räumlichen Randbedingungen) und Planung eines entsprechenden Mockup.

AP2: Festlegung von Kriterien und Grenzwerten

Zur Bewertung von Versuchen und Simulationen wird festgelegt:

- Welche Strukturteile beobachtet werden (z. B. Wände, Türen, Lüftungsanlagen, Brandmeldeeinrichtungen, Kommunikationsanlagen, usw.)
- An Hand welcher Kriterien deren Belastung beurteilend erfolgen soll?
- Welche Grenzwerte gewählt werden.

Hierzu sind deutsche Vorschriften (wie DIN 4150), aber auch amerikanische Vorschriften und Berichte heranzuziehen.

AP3: Modellerstellung

Festlegung der zum Einsatz kommenden Berechnungsverfahren. 3D-Modellierungen und Berechnung der kurzzeitphysikalischen Vorgänge.

AP4: Schneidversuche

Durchführung von Schneidversuche im Mockup und Aufbereitung der Messergebnisse zum Luft- und Körperschall.

AP5: Modell-Validierung

Modell-Validierung durch Abgleich der Simulations- und Messergebnisse und ggf. Modifikation bzw. Anpassung des Rechenmodells.

AP6: Modell-Validierung in der praktischen Anwendung mit Behörden-Nachweis

Modellrechnungen und Schneidversuche an bzw. in einer realen Räumlichkeit. Diese Schneidversuche sollten unter Aufsicht der Gutachter- und Genehmigungsbehörde durchgeführt werden.

AP7: Abschließende Zusammenstellung der Dokumentation und Bewertung

Die erarbeiteten Ergebnisse werden dokumentiert und gemeinsam mit WAK und der Gutachter- und Genehmigungsbehörde einer Gesamtbewertung unterzogen.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Erstellen von Beispielrechnungen zur Demonstration des Vergleichs einer statischer und impulsartiger Belastung
- Simulation der Innendruckerrhöhung des Raumes 04 unter Variation des Venting
- Einsatz des IABG – INDET – Programms
- Abschätzung der Druckbelastung der Wände des leeren Raumes R04. Durchführung von Eulerrechnungen unter Berücksichtigung der Überlagerung an Kanten und Ecken
- Bewertung von Vor- und Nachteilen mehrerer Varianten für ein Mockup. Gewählt wurde ein Blast Tube: Durchmesser 4 m, Länge 11 m
- Rechnerische Untersuchung zur Güte der Ausbildung ebener Stoßwellen im Rohr
- Qualifizierung des Blast Tube
- Entwurf und rechnerische Erprobung eines Labyrinth – Druckschutzes für die Rückbaulüftungskanäle
- Erarbeitung von Vorschlägen zur Durchführung der Versuche

4. Geplante Weiterarbeiten

- Durchsicht der in der Recherche gefundenen Standards bezüglich von Grenzwerten der Belastung
- Konstruktion des Labyrinth – Einbau zur Impulsstreckung des Blast im Rückbaulüftungskanal
- Überwachung der Fertigung des Labyrinth - Einbaus
- Durchführung der praktischen Versuche im Blast Tube
- Qualifizierung der konzipierten Schutzmaßnahmen der Rückbaulüftung
- Vergleich von der Ergebnisse aus Messung und Versuch

5. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag KONTEC 2011: „Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld“

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8770
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2010 bis 31.10.2013	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 493.471,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen ist es ein oberstes Ziel, die Menge an belasteten Abfall zu minimieren. Dafür ist eine genaue und effiziente Dekontamination von kontaminierten Wänden und Decken aus Beton unerlässlich. Unter diesem Gesichtspunkt soll die Arbeitsleistung einer Standard-Betonfräse gesteigert werden. Dabei soll durch konstruktive Optimierung, der mit lamellenbestückten Frästrommel, die gewünschte Abtragtiefe von mindestens 10mm in einem Arbeitsgang erreicht werden. Anschließend sind unter Verwendung eines geeigneten Trägersystems sowie Absaugvorrichtungen Praxiserprobungen im Kernkraftwerk Obrigheim geplant.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Stand der Technik im Bereich Dekontaminationsverfahren
- AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren
- AP3: Steuerung und Anpassung des Manipulators an die neue Entwicklung
- AP4: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette
- AP5: Umfangreiche großmaßstäbliche Versuche – Praxiserprobung am Institut TMB und im Kernkraftwerk Obrigheim

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Stand der Technik im Bereich Dekontaminationsverfahren

Zusammen mit dem Projektpartner Energie Baden-Württemberg (EnBW) wurden umfassende Recherchen zu bestehenden Dekontaminationsverfahren durchgeführt. Bei dieser Recherche wurden die Verfahren in die Rubriken mechanisch, biologisch und chemisch klassifiziert. Die Recherche umfasst nicht nur Dekontaminationsverfahren für radioaktiv kontaminierte Baustrukturen, sondern wurde allgemein in den verschiedensten Fachbereichen getätigt, wie zum Beispiel die Dekontamination von Erdböden durch Phytosanierung. Für die Oberflächendeckontamination von Betonen, Mauerwerk und Beschichtungen im kerntechnischen Bereich ergab die Recherche, dass vorwiegend mechanische Verfahren zum Einsatz kommen. Ebenfalls für tiefkontaminierte Baustrukturen, wie zum Beispiel Risse, werden hauptsächlich die mechanischen Verfahren wie Fräsen und Meißeln verwendet. Das zusammengetragene recherchierte Wissen wurde mit dem Projektpartner EnBW verglichen und ergänzt. Nach Abschluss der Recherche wurde ein Konzept für eine offene Datenbank mit dem Programm Microsoft Access entwickelt. Alle Ergebnisse (unter anderem Verfahrenseigenschaften mit dazugehörigen Kennwerten) wurden in enger Zusammenarbeit bei der EnBW in Obrigheim in einer offenen (jederzeit erweiterbaren) Datenbank zusammengeführt. Das Arbeitspaket 1 zum Forschungsschwerpunkt: Stand der Technik im Bereich Dekontaminationsverfahren konnte erfolgreich abgeschlossen werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren

Auf Grundlage der Ergebnisse des AP1 wird ein Anforderungskatalog erstellt, welcher die gesetzten Zielkriterien (10 mm Abtragstiefe) für das Dekontaminieren mit handelsüblichen Bodenfräsen berücksichtigt.

Untersuchungen mit unterschiedlichen Beton-Festigkeitsstufen und Beschichtungen sollen Daten hinsichtlich des Bruchverhaltens beim Betonfräsen liefern.

Weiterhin wird der Einfluss von oberflächennahen Störkanten, wie Dübel, Dübelplatten, Winkeleisen, Halfenschienen auf das Abtragsverhalten untersucht.

Ein weiterer Bearbeitungspunkt des Arbeitspaketes 2 ist die konstruktive Optimierung der Bodenfräse.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Durlacher Allee 93, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8780
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2010 bis 31.10.2013	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 402.500,00 EUR	Projektleiter: Feil	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen ist es ein oberstes Ziel, die Menge an belasteten Abfall zu minimieren. Dafür ist eine genaue und effiziente Dekontamination von kontaminierten Wänden und Decken aus Beton unerlässlich. Unter diesem Gesichtspunkt soll die Arbeitsleistung einer Standard-Betonfräse gesteigert werden. Dabei soll durch konstruktive Optimierung, der mit lamellenbestückten Frästrommel, die gewünschte Abtragtiefe von mindestens 10 mm in einem Arbeitsgang erreicht werden. Anschließend sind unter Verwendung eines geeigneten Trägersystems sowie Absaugvorrichtungen Praxiserprobungen im Kernkraftwerk Obrigheim geplant.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Stand der Technik im Bereich Dekontaminationsverfahren

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren

AP3: Steuerung und Anpassung des Manipulators an die neue Entwicklung

AP4: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette

AP5: Umfangreiche großmaßstäbliche Versuche – Praxiserprobung am Institut TMB und im Kernkraftwerk Obrigheim

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Stand der Technik im Bereich Dekontaminationsverfahren

Die in KWO bisher eingesetzten Dekontaminationsverfahren wurden ermittelt und in Zusammenarbeit mit KIT bewertet. Für die Oberflächendekontamination von Betonen und Mauerwerk kommen vorwiegend mechanische Verfahren zum Einsatz. Im KWO kommt z. Zt. auf ebenen Flächen das Fräsverfahren und bei tieferen Eindringungen (Risse, Fugen sowie in Gebäudedecken) das Meißelverfahren zum Einsatz.

Bei beschichteten Flächen kleinerer Abmessungen werden auch chemische Verfahren (Beizen) eingesetzt.

In enger Zusammenarbeit mit KIT wurde eine offene erweiterbare Datenbank erstellt. Die Ergebnisse wurden in dieser Datenbank aufgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren

Aufgrund der Ergebnisse aus AP1 erfolgt die Erstellung eines Anforderungskataloges für bis zu 10 mm Betondicke sowie die praktische Erprobung von z. Zt. auf dem Markt befindlichen Maschinen. Dazu sollen verschiedene Untersuchungen durchgeführt werden, die Einwirkungen auf Frästiefe und Fräsgeschwindigkeit, d. h. auf das tatsächliche Abtragsvolumen haben:

- Einfluss der Betonart und Betongüte bzw. Mauerwerk
- Einfluss von oberflächennahen metallischen Störkanten, wie Dübel, Halfenschienen, Armierungseisen, etc.
- Einfluss der Dekontbeschichtung

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich		Förderkennzeichen: 02 S 8790
Vorhabensbezeichnung: Entsorgung von bestrahltem Graphit		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2010 bis 30.09.2013	Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 860.334,00 EUR	Projektleiter: Dr. von Lensa	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Graphit und nicht vollständig graphitierter Kohlestein finden weltweit in Forschungsreaktoren, in gasgekühlten Reaktoren und in anderen graphitmoderierten Reaktoren breite Verwendung. Für den Rückbau dieser Anlagen und die Entsorgung von bestrahltem Graphit, welcher relativ hohe Gehalte an Radiokarbon (^{14}C) und andere Aktivierungs- und Spaltprodukte (z. B. ^3H , ^{36}Cl , ^{79}Se , ^{99}Tc , ^{129}I , ^{135}Cs , ^{152}Eu , ^{154}Eu , etc.) enthält, ist die Freisetzung dieser Radioisotope näher zu untersuchen.

Um den Eintritt von Radiokarbon in die Biosphäre zu minimieren, ergeben sich hohe Anforderungen an die Rückhaltung dieses Isotops. Für das Endlager KONRAD sind sowohl die Gesamtaktivität für die Einlagerung ^{14}C -haltiger Abfälle (max. 4 E14 Bq an ^{14}C), als auch die jährlich einlagerbare Aktivität dieses Radionuklids vergleichsweise gering.

Es bedarf daher im Hinblick auf KONRAD einer belastbaren Klärung der physikalischen und chemischen Phänomene sowie einer ergänzenden Charakterisierung der einzulagernden deutschen ^{14}C -haltigen Abfälle. Insbesondere sind die Entstehungsprozesse von ^{14}C und weiterer Aktivierungsprodukte aufgrund unterschiedlicher Ausgangsmaterialien und Bestrahlungsbedingungen sowie die Freisetzungsmechanismen unter Endlagerkonditionen abzuklären und Vorschläge für spezifische Abfallgebinde zu erarbeiten.

Das Vorhaben nutzt grundlegende Erkenntnisse, die der Antragsteller im Rahmen des europäischen CARBO-WASTE Projektes (FP7-211333) erarbeitet hat. Zusätzliche Kooperationen erfolgen mit dem russischen MEPHI sowie über ein IAEA Coordinated Research Programme (CRP).

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

In Deutschland existieren größere Mengen an bestrahlten Graphiten, welche vorwiegend von den Reflektoren und thermischen Säulen von Forschungsreaktoren sowie von Brenn- und Moderatorelementen bzw. Kernstrukturen der hier betriebenen Hochtemperaturreaktoren (AVR, THTR) stammen. Allein der AVR würde mit ca. 3 E14 Bq an ^{14}C die Gesamtkapazität des Endlagers KONRAD weitgehend ausschöpfen.

Es bedarf daher im Hinblick auf KONRAD einer belastbaren Klärung der physikalischen und chemischen Phänomene sowie einer ergänzenden Charakterisierung der einzulagernden ^{14}C -haltigen Abfälle. Insbesondere sind die Entstehungsprozesse von ^{14}C und weiterer Aktivierungsprodukte aufgrund unterschiedlicher Ausgangsmaterialien und Bestrahlungsbedingungen sowie die Freisetzungsmechanismen unter Normalbedingungen und Endlagerkonditionen abzuklären. Auch andere typische Kontaminationen des Graphits werden untersucht. Die Ergebnisse können zur Verbesserung von Behandlungs- bzw. Verpackungskonzepten verwendet werden, um potentielle radioaktive Freisetzungen von ^{14}C und anderen flüchtigen Radionukliden aus dem Zwischen- und Endlagergebinde zu unterbinden bzw. zu minimieren.

Das Arbeitsprogramm des Projektes umfasst folgende Arbeitspakete:

- AP1: Charakterisierung
- AP2: Numerische Simulation
- AP3: ^{14}C -Freisetzung aus Graphit
- AP4: ^{14}C -Freisetzung aus Abfallgebinden

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Arbeitspaket 1 wurden die Erfassung der in Deutschland verfügbaren Graphitmengen und die Analyse des im Dezember 2010 erschienenen BfS-Berichts zu den KONRAD-Endlagerbedingungen weitergeführt. Demnach existieren ca. 900 t an bestrahltem Graphit und Kohlestein. Die Hauptanteile stammen vom AVR (ca. 225 t) und THTR (ca. 550 t) sowie von diversen Forschungsreaktoren (Thermische Säulen und Reflektoren). Unbestrahlte Graphit- und Kohlesteinproben von AVR wurden einer ‚Prompt Gamma Neutron Activation Analysis (PGAA)‘ unterzogen. Dabei zeigten sich extrem hohe Verunreinigungen im Kohlestein, welche die hohen Kontaminationen in diesem Material erklären. Die Elektronenmikroskop-Aufnahmen zeigen die aktivierbaren Verunreinigungen speziell in den Binderbereichen dieses Materials.

Im Arbeitspaket 2 wurden die Untersuchungen zu Aktivierungssequenzen fortgeführt. Die wesentlichen Kontaminationen z. B. im DIDO-Graphit stellen ^3H , ^{14}C , ^{55}Fe , ^{63}Ni und $^{152/154/155}\text{Eu}$ dar. Die Rückstoßenergien bei der Umwandlung der Isotope sind in den meisten Fällen so hoch, dass die ursprünglichen chemischen Verbindungen aufgebrochen werden. Die Aktivierungsprodukte verlagern sich somit im atomistischen Umfeld und gehen neue chemische Bindungen ein. Die gespeicherte Wigner-Energie wurde in Abhängigkeit der Bestrahlungstemperaturen abgeschätzt.

Im Arbeitspaket 3 wurden die Beprobungen von nunmehr fast 20 Jahre alten Graphit- und Kohlesteinproben aus dem AVR sowie eines gekapselten TRIGA-Reflektors im Hinblick auf gasförmige Freisetzung von Radiokarbon und Tritium vorbereitet. Die AVR-Proben sind mittlerweile in das Labor überstellt worden. Ein erster Versuch zeigte eine messbare aber niedrige ^{14}C -Konzentration im Gasraum über dem graphitischen Probenmaterial. Autoradiographien belegen größere räumliche Heterogenitäten der Radiokontaminationen sowie Freisetzungen als Feinststäube. Die Vergleichsmessungen zu Tritium- und Radiokarbonfreisetzung an bereits 10 Jahre ausgelagerten Proben bei MEPHI zeigen trotz hoher Messgenauigkeit größere Streuungen (als Folge potentieller Heterogenitäten) und damit noch keine quantifizierbaren Trends auf.

Im Arbeitspaket 4 wurden die Experimente zur Einbindung von Graphit in Geopolymer mit der Herstellung und dem Test von Probekörpern weitergeführt. Die Ergebnisse zeigen eine sehr gute Homogenität und weitgehend porenfreie Struktur.

4. Geplante Weiterarbeiten

Der Transport von radioaktiven Graphit- und Kohlesteinproben vom AVR ist abgeschlossen. Nach der Beprobung der Gasatmosphären in den Probenbehältern können dann auch umfangreichere Auslagerungsversuche bei unterschiedlichen Lagerbedingungen gestartet werden. Dazu wird eine Vielzahl hermetisch dichter Ampullen zur Aufnahme von Graphit- und Kohlesteinproben anstelle von Autoklaven verwendet, um hinreichende Statistik bei unterschiedlichen Lagerbedingungen zu erreichen. Die neue Thermogravimetrieanlage (TGA) ist in Betrieb zu nehmen. Sie wird u. a. auch die Messung der Wigner-Energie in den diversen Proben erlauben. Die Beprobung eines gekapselten TRIGA-Reflektors ist in Vorbereitung und kann ergänzende Informationen zur Freisetzung von ^{14}C und ^3H liefern. Zudem sind Probenahmen des eingeschlossenen Graphits durch Anbohren vorgesehen. Außerdem sind Strukturuntersuchungen an Graphitproben (z. B. XRD) geplant. Die Gaschromatographie wird wieder neu aufgebaut und zur Bestimmung der Gaszusammensetzung bei Ausgasungsversuchen eingesetzt. Dabei ist abzuklären, wieweit ^{14}C in anorganischer oder organischer Form austritt, weil dies für die ^{14}C -Rückhaltung in Betonen von hoher Bedeutung ist. Experimente zu elektrochemischen Effekten und zum Auslaugverhalten in Abfallbinden sollen die Wechselwirkungen unter alkalischen Bedingungen abbilden.

Mit den Landessammelstellen werden Kontakte fortgesetzt, um die vorhandenen Graphitmengen und die Bestrahlungsgeschichten und Provenienzen der graphitischen Abfälle genauer zu erfassen. Weitere Probennahmen werden abgeklärt. Seitens THTR wurden Informationen zu den ^{14}C -Konzentrationen in der Reaktorkaverne bereitgestellt. Diese müssen mit Rechnungen zu den Gesamtkonzentrationen an Aktivierungsprodukten in den Reflektorstrukturen verglichen werden.

Bei MEPHI werden ergänzende Untersuchungen zur Radiokarbonfreisetzung beim Aufmahlen und bei Erhitzung von Graphit weitergeführt. Hinreichende Genauigkeiten erfordern eine höhere Zahl von Experimenten.

5. Berichte, Veröffentlichungen

H.J. Steinmetz, N. Girke : "Carbon-14 and Tritium Content in Contaminated Reactor Graphite After Long-Term Storage", WM 2011 Waste Management Symposia, 27.03.-03.04.2011 in Phoenix AZ, USA. Ein umfangreicher Beitrag zur Entsorgung von bestrahltem Graphit ist in der Mai-Ausgabe der AtW erschienen.

Zuwendungsempfänger: Verein für Verfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 8801
Vorhabensbezeichnung: Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall und Reststofflösungen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2011 bis 31.10.2012	Berichtszeitraum: 01.03.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 178.198,00 EUR	Projektleiter: Dipl.-Chem. Friedrich	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Zielstellung des Vorhabens besteht in der Entwicklung eines elektrochemischen Verfahrens zur Reinigung von Rest- und Abfallstofflösungen, die mit organischen C-14-haltigen Verbindungen kontaminiert sind. Der in den Kontaminanten gebundene radioaktive Kohlenstoff soll dabei durch Elektrolyse an inerten Anoden mit sehr hoher Sauerstoffüberspannung in C-14-CO₂ überführt und nachfolgend in Form von Carbonaten fixiert werden.

Mit den Entwicklungsarbeiten soll ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung der Freigabemöglichkeiten radioaktiver Abfälle sowie zur Verringerung von Entsorgungs- und Endlagerkosten geleistet werden. Hierdurch ergibt sich ein enger Bezug zu weiteren Fördervorhaben des Bundes auf dem Gebiet der Entsorgung radioaktiv kontaminierter flüssiger Abfälle.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Recherche zu Art und Vorkommen C-14-kontaminierter Abfall- und Reststofflösungen, Bereitstellung von ausgewählten Kleinstmengen
- AP2: Untersuchungen zur elektrochemischen Totaloxidation an Modellverbindungen, elektrochemische Messungen und Grundlagenuntersuchungen im Labor
- AP3: Aufbau und Betrieb eines Laborteststandes im Kleinstmaßstab zur Totaloxidation von Modelllösungen
- AP4: Erprobung der elektrochemischen Mineralisation von organischen Komponenten und Separierung des freigesetzten C-14 an ausgewählten Originalproben mittels Membranelektrolysezelle
- AP5: Zwischen- und Abschlussberichte, Patentarbeit

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Die Rechercheleistungen werden vorrangig durch einen Nachauftragnehmer erbracht. Arbeiten zum Abschluss eines FuE-Vertrags befanden sich im Berichtszeitraum in Vorbereitung. Erste Rechercheergebnisse liegen bereits vor. Demnach ist vor allem mit gemischt-wässrigen und rein organischen Abfalllösungen zu rechnen, worin vorrangig niedrige Alkohole, Aldehyde und Carbonsäurederivate sowie Benzen und substituierte Aromaten in den Abfalllösungen vorliegen. Die spezifischen Aktivitäten der Lösungen belaufen sich etwa auf 0,2 – 5 GBq/ml. Angaben zum Mengenaufkommen liegen noch nicht vor.
- AP2: Die Arbeiten an AP2 wurden begonnen. Erste Ergebnisse zeigen die elektrochemische Umsetzbarkeit einer Reihe von Substanzen der o. a. Substanzklassen (Alkohole, Carbonsäurederivate, Nitroverbindungen), wobei jedoch eine teilweise erhebliche Abhängigkeit von den Arbeitsbedingungen (pH-Wert, Temperatur) aufgefunden wurde. Weitere und vertiefende Untersuchungen sind planmäßig im 2. Halbjahr 2011 vorgesehen.
- AP3: Ein Laborversuchsstand für batch-Versuchsreihen an inaktiven Modellsubstanzen wurde zum Ende des Berichtszeitraums aufgebaut und in Betrieb genommen.
- AP4: Eine Bearbeitung war im Berichtszeitraum nicht vorgesehen.
- AP5: Eine Bearbeitung war im Berichtszeitraum nicht vorgesehen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Die Recherchen sowie die Auswahl von Proben mit für Laborversuche geeigneten Abfalllösungen werden fortgesetzt.
- AP2: Die elektrochemischen Grundlagenuntersuchungen werden planmäßig mit dem Ziel fortgesetzt, die für die einzelnen Substanzklassen jeweils optimalen Elektrolysebedingungen herauszuarbeiten.
- AP3: Die kleinmaßstäblichen Elektrolyseversuche werden zunächst weiterhin im batch-Modus zur Ermittlung der realisierbaren Stoffumsätze bei der Totalmineralisation fortgesetzt. Dafür finden die in AP2 zu ermittelnden Arbeitsbedingungen der Elektrolyse Anwendung.
- AP4: Im Jahr 2011 sind keine diesbezüglichen Arbeiten vorgesehen.
- AP5: AP5 wird entsprechend Erfordernis planmäßig bearbeitet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8821
Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014	Berichtszeitraum: 01.05.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 708.166,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung eines Überwachungssystems mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte, welches eine flächendeckende und lückenlose Überwachung des Lagerns, des Umschlagens und des Behandeln unter Berücksichtigung der örtlichen (natürlichen) Aktivität und Vorbelastung erlaubt.

Hierzu wird seitens des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) der Allgemeine Ist-Zustand (maßgebliche Plätze, Maschinenausstattung, Messtechnik, Massenströme) und die Belastungen der Messsensorik durch die Maschinen und die Übertragung auf den neuen Sensor erfasst. Darüber hinaus werden ein Überwachungskonzept und ein Alarmsystem erarbeitet. Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH und der Schrott-Wetzel GmbH realisiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Erfassung der maßgeblichen Schrott- und Metallplätze, Massenströme, Import und Export
- AP2: Erfassung der Geräte- und Maschinenausstattung, der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor, der (ggf.) bisherigen Überwachungsmechanismen, des Umgangs mit den Überwachungsmechanismen (Probleme, Akzeptanz, ...)
- AP3: Messsensorik, Messsystem und Messpunkte definieren, anpassen und vor Ort testen. Messgrenzen mit Behörden festlegen
- AP4: Konzept der Messaufzeichnung und Protokollierung festlegen. Standardablaufschritte definieren
- AP5: Entwicklung eines Prototyps für die Messsensorik samt zugehörigem Protokoll- und Alarmsystem. Anbringen des Prototyps an die in AP3 definierten Messpunkte
- AP6: Standardablauf für Alarmfall definieren. Aufbau eines offenen Überwachungsnetzes
- AP7: Integration des Gesamtsystems in einen Beispielanlagenbetrieb. Versuchsphase / Praxiserprobung
- AP8: Optimierung und Anpassung des Gesamtsystems am Praxisbedarf vor Ort. Einarbeitung der Ergebnisse aus der Versuchsphase

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum 01.05.2011 – 30.06.2011 wurde mit folgenden Arbeiten begonnen:

Analyse des Ist-Zustandes

AP1: Die Erfassung der maßgeblichen Schrott- und Metallplätze deutschlandweit. Erfassung der Massenströme und des Imports und Exports von Eisen- und Nichteisenschrotten. Hierbei wird sich auf Grund der hohen Anzahl von Schrott- und Metallplätzen, auf die von der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen e.V. (BDSV), dem Verband Deutscher Metallhändler e.V. (VDM) und dem Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse) gelisteten Plätze, beschränkt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Für den nächsten Berichtszeitraum sind die Aufbereitung der Ergebnisse aus AP1 und der Abschluss des AP1 geplant. Auf Basis der Ergebnisse aus AP1, aus welcher eine repräsentative Anzahl von Schrott- und Metallplätzen ausgewählt werden (Auswahlkriterien sind noch zu erstellen), werden dann die Geräte und die Maschinenausstattung der entsprechenden Plätze erfasst (AP2).

Des Weiteren sollen an den Geräten und Maschinen des Kooperationspartners Schrott Wetzel GmbH die maßgeblichen Belastungen für einen Sensor erfasst werden (AP2). Parallel zu diesen Arbeiten, sind die Erfassung von ggf. bisherigen Überwachungsmechanismen und der Umgang mit solchen Überwachungsmechanismen geplant (AP2).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Schrott-Wetzel GmbH, Ruhrorter Str. 40-46, 68219 Mannheim		Förderkennzeichen: 02 S 8831
Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014	Berichtszeitraum: 01.05.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 807.680,00 EUR	Projektleiter: Wetzel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung eines Überwachungssystems mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte, welches eine flächendeckende und lückenlose Überwachung des Lagerns, des Umschlages und des Behandeln unter Berücksichtigung der örtlichen (natürlichen) Aktivität und Vorbelastung erlaubt.

Hierzu wird eine Beispiel-Anlage samt Know-How, Infrastruktur und Werkzeuge für Untersuchungen und die Installation des Überwachungssystems sowie Personal für Messungen und Schulungen bereitgestellt.

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften – Institut für Technologie und Management im Baubetrieb – Rückbau kerntechnischer Anlagen und der Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH realisiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Erfassung der maßgeblichen Schrott- und Metallplätze, Massenströme, Import und Export
- AP2: Erfassung der Geräte- und Maschinenausstattung, der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor, der (ggf.) bisherigen Überwachungsmechanismen, des Umgangs mit den Überwachungsmechanismen (Probleme, Akzeptanz,...)
- AP3: Messsensorik, Messsystem und Messpunkte definieren, anpassen und vor Ort testen. Messgrenzen mit Behörden festlegen
- AP4: Konzept der Messaufzeichnung und Protokollierung festlegen. Standardablaufschritte definieren
- AP5: Entwicklung eines Prototyps für die Messsensorik samt zugehörigem Protokoll- und Alarmsystem. Anbringen des Prototyps an die in AP3 definierten Messpunkte
- AP6: Standardablauf für Alarmfall definieren. Aufbau eines offenen Überwachungsnetzes
- AP7: Integration des Gesamtsystems in einen Beispielanlagenbetrieb. Versuchsphase/Praxiserprobung
- AP8: Optimierung und Anpassung des Gesamtsystems am Praxisbedarf vor Ort. Einarbeitung der Ergebnisse aus der Versuchsphase

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten abgewickelt:

AP1: Keine Arbeiten für Firma Wetzell. Antrag erforderlich

AP2: Erfassung der Geräte- und Maschinenausstattung des eigenen Schrottplatzes
Erfassung der bestehenden Alarmpläne beim Betrieb der eigenen Radioaktivitätsmess-
anlagen
Erfassung der bestehenden Überwachungsmechanismen

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Erfassung der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor beim Einsatz in den vor-
handenen Aufbereitungsanlagen
Erfassung des Umgangs mit den Überwachungsmechanismen (Probleme, Akzep-
tanz,...)

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Am Heegwald 4, 76227 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8841
Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014	Berichtszeitraum: 01.05.2011 bis 30.06.2011	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 359.500,00 EUR	Projektleiter: Rutschmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel dieses Vorhabens ist die Entwicklung eines Überwachungssystems mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte, welches eine flächendeckende und lückenlose Überwachung des Lagerns, des Umschlages und des Behandeln unter Berücksichtigung der örtlichen (natürlichen) Aktivität und Vorbelastung erlaubt.

Hierzu wird die Thematik der Messsensorik, der Steuerung und Regelung sowie die Leitung des Einbaus und der Überwachung vor Ort bearbeitet. Zusätzlich wird die Einhaltung der rechtlichen, technischen, ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen überwacht und gesteuert.

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften – Institut für Technologie und Management im Baubetrieb – Rückbau kerntechnischer Anlagen und der Schrott-Wetzell GmbH realisiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Erfassung der maßgeblichen Schrott- und Metallplätze, Massenströme, Import und Export
- AP2: Erfassung der Geräte- und Maschinenausstattung, der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor, der (ggf.) bisherigen Überwachungsmechanismen, des Umgangs mit den Überwachungsmechanismen (Probleme, Akzeptanz,...)
- AP3: Messsensorik, Messsystem und Messpunkte definieren, anpassen und vor Ort testen. Messgrenzen mit Behörden festlegen
- AP4: Konzept der Messaufzeichnung und Protokollierung festlegen. Standardablaufschritte definieren
- AP5: Entwicklung eines Prototyps für die Messsensorik samt zugehörigem Protokoll- und Alarmsystem. Anbringen des Prototyps an die in AP3 definierten Messpunkte
- AP6: Standardablauf für Alarmfall definieren. Aufbau eines offenen Überwachungsnetzes
- AP7: Integration des Gesamtsystems in einen Beispielanlagenbetrieb. Versuchsphase / Praxiserprobung
- AP8: Optimierung und Anpassung des Gesamtsystems am Praxisbedarf vor Ort. Einarbeitung der Ergebnisse aus der Versuchsphase

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten abgewickelt:

- AP1: Erfassung der maßgeblichen Schrott- und Metallplätze in BRD
Erfassung der genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen von Schrott- und Metallplätzen
Kontaktaufnahme zu den maßgebenden Mitgliedsverbänden BDSV, VDM und bvse
- AP2: Erfassung der Geräte- und Maschinenausstattung der Schrott- und Metallplätze in Form von Alligatorschere, Schere, Presse, Schredder und Rotorschere
Erfassung von Alarmplänen beim Betrieb von bestehenden Radioaktivitätsmessanlagen
Erfassung des Umgangs mit den Überwachungsmechanismen (Probleme, Akzeptanz,...)
Erfassung der geogenen Hintergrundbelastung in BRD
Kontaktaufnahme zu Herstellern von Radioaktivitätsmessanlagen

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Erfassung der Massenströme, Import und Export
- AP2: Erfassung der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor,
Erfassung des Umgangs mit den Überwachungsmechanismen (Probleme, Akzeptanz,...)

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

2.3 Ausführende Forschungsstellen

- | | |
|---|--|
| Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen | |
| 02 S 8619 | EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG) 📖 50 |
| 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) 📖 44 |
| 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 📖 62 |
| Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Am Heegwald 4, 76227 Karlsruhe | |
| 02 S 8841 | Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN) 📖 94 |
| EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Durlacher Allee 93, 76131 Karlsruhe | |
| 02 S 8780 | Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung 📖 84 |
| Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich | |
| 02 S 8790 | Entsorgung von bestrahltem Graphit 📖 86 |
| Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena | |
| 02 S 8528 | Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHY-TOREST) 📖 36 |
| 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> 📖 34 |
| HERRENKNECHT AG, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau | |
| 02 S 8649 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) 📖 56 |
| Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung, Einsteinstr. 20, 85521 Ottobrunn | |
| 02 S 8760 | Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau kerntechnischer Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld 📖 80 |

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

- | | | |
|-----------|---|----|
| 02 S 8477 | Regulation der Nicht-homogenen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikation
- <i>Strahlenforschung</i> | 32 |
| 02 S 8548 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | 40 |
| 02 S 8608 | ASTU Automatisierte Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage | 48 |
| 02 S 8659 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | 58 |
| 02 S 8709 | Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | 68 |
| 02 S 8770 | Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung | 82 |
| 02 S 8821 | Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN) | 90 |

Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

- | | | |
|-----------|--|----|
| 02 S 8629 | Prozessentwicklung zur trockenen Bearbeitung von metallischen und mineralischen Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ProBeSt) | 52 |
| 02 S 8689 | TENORM-Sanierung im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzungen und Alltagswahrnehmung - TESSA | 64 |
| 02 S 8699 | Innovative Lichtbogenverfahren für die Stilllegung und den Rückbau kerntechnischer Anlagen - Hot-Wire-Plasmaschneiden und Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden (Inno-Cut) | 66 |
| 02 S 8730 | Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) | 74 |
| 02 S 8750 | Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau kerntechnischer Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld | 78 |

sat. Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms

- | | | |
|-----------|---|----|
| 02 S 8639 | Neue Verfahrenstechnik zur Dekontamination und Probenahme in kontaminierten Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik | 54 |
|-----------|---|----|

Schrott-Wetzel GmbH, Ruhrorter Str. 40-46, 68219 Mannheim
--

- | | | |
|-----------|---|----|
| 02 S 8831 | Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MERAN) | 92 |
|-----------|---|----|

Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld

- | | | |
|-----------|---|----|
| 02 S 8720 | Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) | 72 |
|-----------|---|----|

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) | 70 |
|-----------|--|----|

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) | 38 |
| 02 S 8558 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | 42 |

Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München
--

- | | | |
|-----------|--|----|
| 02 S 8669 | Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle | 60 |
|-----------|--|----|

Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden

- | | | |
|-----------|--|----|
| 02 S 8740 | Erprobung elektromechanischer Abtragstechnologien für den Rückbau stark armierter Betonstrukturen und das Zerlegen starkwandiger Bauteile in kerntechnischen Anlagen | 76 |
| 02 S 8801 | Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall- und Reststofflösungen | 88 |

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) | 46 |
|-----------|---|----|