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

PTE-S Nr. 26

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

Berichtszeitraum: 1. Januar - 30. Juni 2013

Projektträger Karlsruhe
Wassertechnologie und Entsorgung
(PTKA-WTE)

September 2013

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 StiWAK am Standort Karlsruhe
- die Restabwicklung des THTR 300
- Projekt MAREN beim HZ Geesthacht, vormals 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 Schachtanlage Asse ist am 01.01.2009 an das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit übergegangen, daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 16 erfolgte Darstellung.

Das Stilllegungsprojekt des Forschungsreaktors MERLIN ist seit dem 31.12.2009 abgeschlossen, daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 19 erfolgte Darstellung.

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

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

Inhaltsverzeichnis

1 Stilllegungsprojekte des BMBF 1

1.1 AVR 1

1.2 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe 5

HDB 6
KNK 8
MZFR 10
StiWAK 12

1.3 THTR 300 15

1.4 MAREN 19

2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“ 23

2.1 Fördervorhaben 23

2.2 Formalisierte Zwischenberichte 27

2.3 Ausführende Forschungsstellen 111

1 Stilllegungsprojekte des BMBF

1.2 AVR

Zuwendungsempfänger: Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich	
Vorhabensbezeichnung: Vollständiger Rückbau der AVR-Anlage	
Laufzeit des Vorhabens: 1987 bis 2017	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtkosten des Vorhabens: 482,3 Mio. €	**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Rittscher

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Arbeitsgemeinschaft Versuchs-Reaktor (AVR GmbH) hat gemäß einer Verwaltungsvereinbarung vom 25.02./13.03.2003 zwischen Bund und Land NRW die Aufgabe, das 1988 abgeschaltete Versuchskernkraftwerk in Jülich vollständig zurückzubauen und die notwendigen Entsorgungstätigkeiten durchzuführen. Alleinige Gesellschafterin der AVR GmbH ist die bundeseigene Energiewerke Nord GmbH. Die AVR ist institutionelle Zuwendungsempfängerin des BMBF (zu 70 %) und des Landes NRW (zu 30 %). Die Aufwendungen zur Erfüllung der ihr übertragenen Aufgaben sind durch ungedeckelte Finanzierungszusagen der Zuwendungsgeber gesichert. Der Zuwendungsbedarf wird in den jährlich verhandelten Wirtschaftsplänen ausgewiesen.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Alle für den genehmigten Betrieb der Anlage erforderlichen Instandhaltungsarbeiten und wiederkehrenden Prüfungen wurden termingerecht und ohne Beanstandung durchgeführt. Das Messprogramm zur Überwachung der Bodenkontamination des Betriebsgeländes wurde und wird gemäß den behördlichen Vorgaben kontinuierlich durchgeführt.
Die wesentlichen Demontagearbeiten 2013 sind der Abbau der 21-m-Bühne und der Deckenkammern auf der Ebene 17 m im Schutzbehälter sowie das Aufschneiden des Bio-Schildes 2 im Bereich der Transportöffnung Reaktorbehälter. Die hierbei anfallende und zu entsorgende Masse an Betonblöcken und Bauschutt beträgt rund 1.200 Mg.
Im Folgenden werden repräsentativ einige Vorhaben genannt, die im Berichtszeitraum fertiggestellt wurden oder kurz vor der Fertigstellung sind:

- Verschweißen und Abnahmeprüfung aller zehn Hauptstutzen am Reaktorbehälter-Dom
- Demontage der Beton- und Stahlbaustrukturen der 25- und 21-m-Bühnen
- Strahlen und Beschichten des Reaktorbehälters von 25 m bis 21 m unterhalb des Reaktorbehälter-Doms
- Einschweißen von drei Messstutzen mit Absperrventilen zu Analysezwecken am Reaktorbehälter auf den Ebenen 38 m, 30 m und 21 m
- Durchführung von zwei weiteren Kampagnen zum Absaugen der Ringkanalschüttung mit je 100 Gebinden
- Herstellen der Horizontalschnitte im Bereich der Transportöffnung Reaktorbehälter des Bioschildes 2
- Demontage von Anlagenteilen im Ringraum

Die Vielzahl der in den Arbeitsbereichen Schutzbehälter, Materialschleuse, Warme Werkstatt und Außenbereich durchzuführenden Vorhaben, ist nur mit versetzten Einsatzzeiten und temporär Zwei-Schicht-Betrieb zu realisieren.

3. Geplante Weiterarbeit

- Demontage der Betonstrukturen der 17-m-Deckenklammern
- Aufschneiden des Bioschildes 2 im Bereich der Transportöffnung für den Reaktorbehälter
- Durchführung weiterer Kampagnen zum Absaugen der Ringkanalschüttung

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

Im Jahre 2012 stimmten der Aufsichtsrat und die Zuwendungsgeber dem von der AVR GmbH vorgelegten Wirtschaftsplan 2013 in Höhe von 19,6 Mio. € zu. Die Zuwendungsbescheide lagen zum 30.06.2013 noch nicht in entsprechender Höhe vor, der des Bundes ist zwischenzeitlich eingegangen.

Kosten bisher 1987 bis 2012:	408,2 Mio. €
Kosten Januar bis Juni 2013:	11,3 Mio. €
Zukünftige Kosten bis 2017:	62,7 Mio. €
	482,3 Mio. €

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

Im Herbst 2013 wird die AVR GmbH eine Neubewertung des Rückbauprojektes vorlegen, die bereits vor dem Herausheben des Reaktorbehälters erstmals auch die Kosten für die Beseitigung der Restkontaminationen und vollständigen Sanierung des Erdreiches berücksichtigt. Die vorgenannten Angaben (Zeitbedarf und Kosten) berücksichtigen dies noch nicht.

Bemerkungen:
Im November 2012 wurden in den Aufsichtsräten der FZJ-, EWN- und AVR GmbH Beschlüsse gefasst, die die jeweiligen Geschäftsführungen auffordern, ein umsetzungsfähiges Konzept für die Zusammenlegung der Altlastenprojekte am Standort Jülich vorzulegen. Im März 2013 legten die für den Zusammenlegungsprozess gebildeten Arbeitsgruppen die erarbeiteten Grobkonzepte vor, aus denen bis zum Herbst 2013 Feinkonzepte entwickelt werden. Die jeweiligen Aufsichtsräte haben dies in ihren Sitzungen im Juni 2013 bestätigt.

1.3 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungs-gesellschaft 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 2063	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtkosten des Vorhabens: 270,0 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 weiterer am Standort vorhandenen Einrichtungen (KIT, ITU, LSStBW). Im Rahmen freier Kapazitäten erbringt sie im geringen Umfang Konditionierungsleistungen für Dritte.

Gegenwärtig werden von der HDB folgende Anlagen betrieben:
- LAW-Eindampfung
- 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.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

<u>LAW-Eindampfungsanlage und Zementierung, Bau 545:</u>
Die Antragsunterlagen (Sicherheitsbericht) wurden aktualisiert und bei der Genehmigungsbehörde eingereicht.

3. Geplante Weiterarbeit

LAW-Eindampfung I und Zementierung II (Bau 545):
Antragstellung und Begutachtung.

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

Keine.

5. Kosten

Kosten bisher (von 1994 bis 12/2012):	16,0 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (01.01.-30.06.2013):	1,0 Mio. €
Zukünftige Kosten (PKS 12/2012*)	253,0 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land BW 10 %

Der vorliegende Bericht bezieht sich ausschließlich auf Bau- und Rückbauprojekte der HDB und wird derzeit auf Basis des erreichten Stands der Reststoffverarbeitung und Rückbauprojekte am Standort aktualisiert.

* Basis der Termin- und Kostenwerte ist die Revision der Projektkostenschätzung mit Stand 12/2012.
Die Überprüfung der Projektkostschätzung durch einen unabhängigen Gutachter ist noch nicht abgeschlossen.
Die Leistungsverschiebungen 2013/2014 sind noch nicht berücksichtigt.

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 2021	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtkosten des Vorhabens: 383 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

Eine Rückbaumaßnahme der 9. SG beinhaltet die Demontage der Wärmeisolierung sowie den Abbau und die Entsorgung der Primärabschirmung.
Nach Abschluss der Schulungs- und Erprobungsprogramme wurde das Hebewerkzeug in die KNK-Anlage verbracht.
Die Komponenten für den Abbau der Primärabschirmung wurden in der KNK-Anlage erfolgreich montiert und in Betrieb genommen.
Die Überprüfungen der Zerlegeparameter für das Bandsägewerkzeug haben begonnen.

3. Geplante Weiterarbeit

9. SG:
Nach Abschluss der Parameteranpassung und der Inbetriebsetzung der Komponenten im Verbund beginnt der Ausbau der Primärabschirmungssegmente.

Fortsetzung der Planung für den Abbau des Biologischen Schildes.

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

Anja Graf, Sylvia Neff, Holger Petrick, Stefan Rothschmitt/WAK GmbH, Stefan Klute/Siempelkamp Nukleartechnik, Dieter Stanke/NIS Ingenieurgesellschaft mbH: "Concepts and Tests for the Remote-Controlled Dismantling of the Biological Shield and Formwork of the KNK Reactor ", WM2013 Conference, 24. – 28. Februar 2013, Phoenix, Arizona USA

Anja Graf, Oliver Fath, Sylvia Neff, Stefan Rothschmitt/WAK GmbH, Eiko Koselowski, Stefan Klute/Siempelkamp GmbH, Klaus Hendrich/IBH, Bretten: „Prüfung und Inbetriebnahme eines Multifunktionswerkzeugs für den Rückbau der aktivierten Einbauten des KNK Reaktorschachts", Kontec 03/2013

A. Graf, H. Petrick, U. Stutz/WAK GmbH, P. Hosking/NDSL, Dornoch/United Kingdom: "Reduktion von Entsorgungsrisiken durch Abgabe des Natriums aus der KNK zur Verwertung", Kontec 03/2013

5. Kosten

Kosten bisher (von 1992 bis 12/2012):	310,0 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum: (01.01.-30.06.2013)	4,0 Mio. €
Zukünftige Kosten (PKS 12/2012*)	69,0 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Land 10 %

* Basis der Termin- und Kostenwerte ist die Revision der Projektkostenschätzung mit Stand 12/2012.
Die Überprüfung der Projektkostschätzung durch einen unabhängigen Gutachter ist noch nicht abgeschlossen.
Die Leistungsverschiebungen 2013/2014 sind noch nicht berücksichtigt.
Ab 2013 wird die Verarbeitung von Reststoffen und die Zwischenlagerung konditionierter Abfallprodukte nicht mehr den Projekten, sondern dem HDB Betrieb zugeordnet.

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:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtkosten des Vorhabens: 362 Mio. €	**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Nißle

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 D_2O-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

Der Abriss des ehemaligen Beckenhauses wurde bis auf die statisch noch erforderlichen Teilstrukturen durchgeführt.
Der oberirdische Teil der Bürobaracke wurde freigemessen und ebenfalls abgerissen.
Im Reaktorgebäude wurden die Demontagen der elektrotechnischen und der lüftungstechnischen Einrichtungen abgeschlossen sowie die entsprechenden Ersatzmaßnahmen installiert und in Betrieb genommen. Mit den Dekontaminationsarbeiten und der Rasterung der Wände und Decken wurde begonnen. Die Vorbereitungsmaßnahmen zum Aussägen der Böden in den Verdampferräumen sind nahezu abgeschlossen.
Im Sammelbehälterhaus wurden die Dekontaminationsmaßnahmen einschl. dem Aussägen tritiumhaltigen Betonstrukturen abgeschlossen; die Kontrolle durch den Gutachter steht aus.
Im Montage- und Lagergebäude sind die Arbeiten auf dem zweiten Flur hinsichtlich Beschichtungsabtrag, Rasterung, Vorabmessung und Voruntersuchung nahezu abgeschlossen.
Der Beschichtungsabtrag (PCB) in den Räumen des Hilfsanlagengebäudes in den Nicht-

Kontrollbereichen ist abgeschlossen. Die Demontage der alten Lüftungsanlage wurde im Rohrkanal abgeschlossen und im Filterhaus begonnen.

In der MZFR-Anlage wurden im ersten Halbjahr ca. 27.000 m Kabel demontiert, ca. 78 Mg Stahl- und Elektroschrott ausgebaut sowie ca. 2.000 m² freigemessen und ca. 3.000 m² voruntersucht.

3. Geplante Weiterarbeit

Im Rahmen der 8. Stilllegungsgenehmigung werden restliche Demontagearbeiten der Infrastruktur sowie Dekontaminationsmaßnahmen im Reaktor- und den Hilfsanlagengebäuden durchgeführt sowie die für den Rückbau erforderlichen infrastrukturellen Ersatzmaßnahmen umgesetzt.
In einzelnen Gebäuden werden die Freimessarbeiten fortgesetzt.
Entgegen der ursprünglichen Vereinbarung mit KIT, soll der MZFR vollständig, inklusive Bodenplatte, zurückgebaut werden. Dies führt zur Verlängerung des Projektes und zur Erhöhung der Kosten über die aktuelle Projektkostenschätzung Stand 12/2012 hinaus.

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

Keine.

5. Kosten

Kosten bisher (von 1985 bis 12/2012):	324,0 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (01.01.-30.06.2013):	4,0 Mio. €
Zukünftige Kosten (PKS 12/2012*)	34,0 Mio. €
Geldgeber:	Bund 100 %

* Basis der Termin- und Kostenwerte ist die Revision der Projektkostenschätzung mit Stand 12/2012.
Die Überprüfung der Projektkostschätzung durch einen unabhängigen Gutachter ist noch nicht abgeschlossen.
Die Leistungsverschiebungen 2013/2014 sind noch nicht berücksichtigt.
Ab 2013 wird die Verarbeitung von Reststoffen und die Zwischenlagerung konditionierter Abfallprodukte nicht mehr den Projekten, sondern dem HDB Betrieb zugeordnet.

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 2029	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtkosten des Vorhabens: 2.278 Mio. €	**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Dux

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) verantwortlich betreut.
Für die weitere Durchführung des Gesamtprojektes Stilllegung und Rückbau WAK einschließlich der Errichtung, des Betriebes (bereits abgeschlossen) und des Rückbaus 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.

Der Rückbau der WAK erfolgt in sechs technisch abgegrenzten 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 von LAVA/HWL und der VEK nach HAWC-Entsorgung: 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 von LAVA/HWL und 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: Der Rückbau der MAW-Behälter und sonstiger Einrichtungen im HWL Raum 6 ist abgeschlossen.
RB 5.3: Die Außerbetriebnahmen und die Umschlussmaßnahmen im HWL sind abgeschlossen, die Vorbereitungsarbeiten zur Demontage der HAWC-Lagerbehälter sind angelaufen.
RB 5.4: Die Demontage des HA-Labors konnte abgeschlossen werden, die Montage der notwendigen Neueinrichtungen laufen.
RB 5.8: Die Planungen zum fernhantierten Rückbau der VEK wurden fortgeführt.
RB 5.9: Für erste vorgezogene Maßnahmen wurde ein Genehmigungsantrag gestellt.
RB 5.10: Rückbau der restlichen Infrastruktureinrichtungen.

6. Konventioneller Abriss der Gebäude und Rekultivierung des Geländes.

Vor der Durchführung der Schritte 4, 5 und 6 wurden ca. 60 m³ HAWC ($9*10^{17}$ Bq β-, γ-Strahler und $8*10^{15}$ Bq α-Strahler) in 2009/2010 in der VEK erfolgreich verglast. 2011 wurden die Glaskokillen im Zwischenlager der EWN GmbH bei Lubmin bis zur Abgabe an ein Bundesendlager gelagert.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Die Demontage- und Dekontaminationsarbeiten in den Prozesszellen des Prozessgebäudes (Schritt 3) wurden im Berichtszeitraum planmäßig fortgeführt. Es wurden ca. 250 Mg Demontagemassen ausgebracht und an ca. 1.800 m^2 Kontaminationen der Gebäudestrukturen abgetragen. Die Einstellung der Arbeiten ist im III. Quartal 2013 geplant.
Im Zuge der Deregulierung (Schritt 4) wurde der Restbetrieb der LAVA und VEK auf den notwendigen Stilllegungsbetrieb weiter reduziert. Die Außerbetriebnahme nicht mehr erforderlicher betrieblicher Einrichtungen der Medien- und Energieversorgung sowie der Überwachungseinrichtungen wurden fortgesetzt. Die wesentlichen Außerbetriebnahmen und Demontagemaßnahmen in der LAVA und der VEK wurden abgeschlossen.
Im Schritt 5 wurden neben der Fortführung der Vorbereitungen für die fernhantierte Demontage der HAWC- Lagereinrichtungen die geplanten Demontage- und Dekontaminationsarbeiten im HA-Labor sowie den angrenzenden Räumen erfolgreich abgeschlossen. Mit der Montage der Neueinrichtungen für die fernhantierte Demontage der Einrichtungen in den LAVA-Zellen wurde begonnen. Die Erstellung von Antragsunterlagen zum fernhantierten Rückbau der VEK wurde fortgeführt. Der Genehmigungsantrag für vorgezogene manuelle Demontagen in der VEK (RB 5.9a) wurde bei der Genehmigungsbehörde eingereicht.

3. Geplante Weiterarbeit

Schritt 3: Wiederaufnahme der Demontagearbeiten in Zellen und Räumen sowie Fortführung radiologischer Messungen und Dekontaminationsarbeiten in Abhängigkeit von den finanziellen Möglichkeiten.
Schritt 4: Abschluss der Deregulierungsmaßnahmen.
Schritt 5: RB 5.3: Abschluss der vorbereitenden Maßnahmen zur Demontage der HAWC-Lagerbehälter und Herstellung des Wanddurchbruches zu ersten HAWC-Behältern.
RB 5.4: Abschluss der Montagen und Inbetriebsetzung von Neueinrichtungen für die fernhantierte Demontage der Zelleneinrichtungen.
RB 5.8: Fortführung der Genehmigungsplanung für den fernhantierten Rückbau der VEK.
RB 5.9a: Erteilung der Genehmigung und Beginn der vorgezogenen manuellen Demontagen in der VEK.

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

Joachim Dux, Thomas Eberhard, Volker Engelbrecht, Daniel Friedrich/WAK GmbH: „Demontage hoch α-kontaminierter Einrichtungen des HAW-Lagers der WAK – Aktuelle Ergebnisse und Erprobung neuer Fernhantierungstechnik", Kontec 03/2013

Joachim Dux, Martina Ripholz, Werner Lutz, Christian Marquard/WAK GmbH: „Rückblick auf den fernhantierten Rückbau der MAW-Behälter in der WAK", Kontec 03/2013

Karl-Josef Birringer, Joachim Dux, Roswitha Kilian/WAK GmbH: "Vom Betrieb zum Rückbau - Umsetzung von technischen und organisatorischen Maßnahmen nach dem Verglasungsbetrieb", Kontec 03/2013

C. Marquard, M. Ripholz, W. Lutz/WAK GmbH: Vorbereitung der technischen Infrastruktur auf den Rückbau der HAWC-Behälter der WAK – Auslegung und Umsetzung", Jahrestagung Kerntechnik 14. – 16. Mai 2013

5. Kosten

Kosten bisher (von 07/1991 bis 12/2012):	1.786,0 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum (01.01.-30.06.2013):	25,0 Mio. €
Zukünftige Kosten (PKS 12/2012*):	467,0 Mio. €
Geldgeber:	Bund, Land, Industrie

* Basis der Termin- und Kostenwerte ist die Revision der Projektkostenschätzung mit Stand 12/2012.
Die Überprüfung der Projektkostschätzung durch einen unabhängigen Gutachter ist noch nicht abgeschlossen.
Die Leistungsverschiebungen 2013/2014 sind noch nicht berücksichtigt.
Ab 2013 wird die Verarbeitung von Reststoffen und die Zwischenlagerung konditionierter Abfallprodukte nicht mehr den Projekten, sondern dem HDB Betrieb zugeordnet.

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:** *Jahresbericht 2012*
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 Hauptpförtner des benachbarten Kraftwerkes Westfalen der RWE Power AG
- den Übertragungswegen für leittechnische Signale von den Gebäuden der sicher eingeschlossenen Anlage zum Meldepult
- der Tiefendrainage im Erdreich, außen um die Gebäude verlegt
- dem temporär einzurichtenden Umladebereich außerhalb der Gebäude für die Umladung von Transport- und Lagerbehältern.

Alle übrigen baulichen Anlagen und Anlagenteile des Kernkraftwerkes THTR 300 wie das Maschinenhaus, das 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 2012 ist für die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300:

- das 23. Jahr nach der Abschaltung
- das 17. Jahr nach der Beendigung der Entladung des Reaktorkerns
- das 15. 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 2012 war kein meldepflichtiges Ereignis zu verzeichnen.
2012 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 war hierfür bislang der Salzstock Gorleben vorgesehen. 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 von einer Inbetriebnahme nicht vor 2019 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

Der Erhaltungsbetrieb der Sicher eingeschlossenen Anlage wird weitergeführt. 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:	40 Mio. €
Geldgeber:	Bund, Land NRW, Gesellschafter der HKG

1.5 MAREN

Zuwendungsempfänger: Helmholtz-Zentrum Geesthacht GmbH, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH, Max-Planck-Str. 1, 21502 Geesthacht	
Vorhabensbezeichnung: Stilllegung und Abbau FRG 1+2 und Heißes Labor Entsorgung radioaktiver Reststoffe (Projekt MAREN)	
Laufzeit des Vorhabens: 2002 bis 2025	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtkosten des Vorhabens: 166,9 Mio. €	**Projektleiter:** Dr. Schreiner

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. Der Antrag auf Erteilung einer Stilllegungs- und Abbaugenehmigung für die Forschungsreaktoranlage und das Heiße Labor erfolgte am 21.03.2013.
In der Zuständigkeit des HZG befinden sich außerdem die in Zwischenlagerung befindlichen radioaktiven Komponenten des stillgelegten Kernenergieforschungsschiffes NS Otto Hahn (OH). Im Projekt „Altlasten“ werden die aus dem Betrieb der kerntechnischen Anlagen angefallenen radioaktiven Reststoffe und Abfälle bearbeitet, diese umfassen die Sammlung, Bilanzierung, Konditionierung und Zwischenlagerung bis zur späteren Entsorgung in ein Endlager.
Die Finanzierung erfolgt über den Altlastentitel im BMBF sowie der 10 %igen Ko- Finanzierung der beteiligten Länder. Der Zuwendungsbedarf wird in den jährlich verhandelten Wirtschaftsplänen ausgewiesen.

Das Vorhaben gliedert sich in folgende Teilprojekte:
- Stilllegung FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage (FRG)
- Vorbereitung, Demontage, Konditionierung und Überführung in ein Bundesendlager
- Abbau Heißes Labor (HL)
- Vorbereitung, Demontage, Konditionierung und Überführung in ein Bundesendlager
- Management und Entsorgung von Altlasten aus dem Betrieb FRG-1 und FRG-2 sowie der bereits wiederaufgearbeiteten (WA) bestrahlten Versuchsbrennstäbe der Otto Hahn, Konditionierung der aus der WA angefallenen Abfälle, Zwischenlagerung der Abfälle, Überführung in ein Bundesendlager
- Betrieb und Stilllegung Bereitstellungshalle, HAKONA und Landessammelstelle
- Vorbereitung, Konditionierung und Überführung in ein Bundesendlager
- Zerlegung OH-Reaktordruckbehälter
- Projektleitung und Administration

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten mit Priorität abgewickelt:
- Konditionierung LAW: Bearbeitung von Chargen bei WAK, Dokumentation,
- FRG-MAW Reflektoren, Steuerstäbe: Ertüchtigungsmaßnahmen Anlagen,

- Vorplanung und Erstellung von Unterlagen: Erstellung einer Konzept- und Entwurfsplanung für Abbau und Entsorgung des OH-RDB,
- Vorplanung und Erstellen Unterlagen: Nach Fertigstellung der Antragsunterlagen wurde am 21.3.2013 der Antrag auf Erteilung einer Stilllegung- und Abbaugenehmigung gestellt,
- Vorplanung und Erstellen Unterlagen: Objekt- und Tragwerkplanung für den Umbau der neuen Versuchshalle als Transportbereitstellungshalle,
- Vorbereitung Abbau: Modernisierung der Alarm und Kontrolleinrichtungen für die kerntechnischen Bereiche im Hinblick auf zu erwartende behördliche Auflagen
- Demontagearbeiten: Verpackung und Transport der Experimentiereinrichtungen ARES, DCD und NeRo nach St. Petersburg / Gatchina,
- Durchführung von Veranstaltungen der Reihe „HZG im Dialog“ mit aktuellen Themen zu Stilllegung des FRG-1 und Abbau der nuklearen Einrichtungen,
- Betrieb und Lagerung der FRG- und OH-Abfälle: Notwendige Wartungs- und Infrastrukturmaßnahmen inkl. Sachverständigentätigkeit der Lagerbereiche,
- Reststoffbearbeitung: Beschaffung und Inbetriebnahme Freimessanlage

3. Geplante Weiterarbeit

- Konditionierung LAW: Verbrennung, Einschmelzung und HD-Verpressung von FRG- und OH-Abfällen, Rückführung abgefertigter Gebinde, Dokumentation,
- Betriebsabwässer: Abtransport betrieblicher Abwässer zur Konditionierung bei FZJ,
- Vorbereitungen zur Konditionierung mittelradioaktiver Abfälle,
- Demontagearbeiten: Abbau sowie Verpackung und Transport der restlichen Beamlines nach St. Petersburg / Gatchina
- Vorbereitung Stilllegung und Abbau: Kosten- und Projektplanung, Ertüchtigung und Modernisierung Messeinrichtungen, Materialbehandlung und Infrastruktur,
- Betrieb und Lagerung der FRG- und OH-Abfälle: Bauliche Maßnahmen: Bereitstellung erforderlicher Infrastrukturmaßnahmen, Gewährleistung der sicheren Lagerung.
- Dekontamination allgemein: Inbetriebnahme Dekontstrahlanlage

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

Keine.

5. Kosten

Auf Basis der aktuellen Kostenermittlung von April 2013 ergeben sich Gesamtprojektkosten (ohne Endlagerkosten, inkl. der bisher angefallenen Kosten) in Höhe von 166,9 Mio. EUR.
Entsprechend der aktuellen Prognose verlängert sich die Projektlaufzeit bis 2015.

Kosten bisher (von 2002 bis 12/2012):	47,9 Mio. €
Kosten Berichtszeitraum:	2,1 Mio. €
Zukünftige Kosten:	116,9 Mio. €
Geldgeber:	Bund 90 %, Länder 10 %

2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

2.1 Fördervorhaben

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**	🕮 28
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**	🕮 30
02 S 8608	ASTU Automatische Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	🕮 32
02 S 8709	Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	🕮 34
02 S 8719	Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS)	**Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	🕮 36
02 S 8720	Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS)	**Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Krefeld**	🕮 38
02 S 8730	Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS)	**Leibniz Universität Hannover**	🕮 40
02 S 8770	Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	🕮 42
02 S 8780	Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung	**EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe**	🕮 44
02 S 8790	Entsorgung von bestrahltem Graphit	**Forschungszentrum Jülich GmbH**	🕮 46
02 S 8801	Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall- und Reststofflösungen	**Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V., Dresden**	🕮 48

02 S 8821	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	50
02 S 8831	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)	**Schrott-Wetzel GmbH, Mannheim**	52
02 S 8841	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)	**Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Karlsruhe**	54
02 S 8851	Internationale Rückbautechniken und Managementmethoden für kerntechnische Anlagen – Eine wissenschaftliche Analyse des internationalen Standes der Technik (IRMKA)	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	56
02 S 8861	Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik	**AREVA GmbH, Erlangen**	58
02 S 8871	Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	60
02 S 8881	Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	62
02 S 8891	Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor)	**TU Dresden**	64
02 S 8901	Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor)	**TU Bergakademie Freiberg**	66
02 S 8911	Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen	**SAT Kerntechnik GmbH, Worms**	68
02 S 8921	Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	70
02 S 9001	Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des Nuklidinventars in bituminierten Abfallgebinden	**TU München**	72
02 S 9012A	Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe (RaChaG)	**Brenk Systemplanung GmbH, Aachen**	74
02 S 9012B	Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe (RaChaG)	**TU München**	76
02 S 9022A	Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	**Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen**	78
02 S 9022B	Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	**Forschungszentrum Jülich GmbH**	80

02 S 9022C	Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	**Siemens Aktiengesellschaft, München**	82
02 S 9032A	Verbundprojekt: Zerlegung von Reaktorkomponenten aus Zirkalloy beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ZIRKUSS)	**NUKEM Technologies GmbH**	84
02 S 9032B	Verbundprojekt: Zerlegung von Reaktorkomponenten aus Zirkalloy beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ZIRKUSS)	**Leibniz Universität Hannover**	86
02 S 9042	Rückbau von Forschungs- und Leistungsreaktoren Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Berechnung der Aktivitätsverteilungen und Ortdosisleistungen in kerntechnischen Anlagen am Beispiel des Forschungsreaktors FRJ-2 in Jülich	**Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen**	88
02 S 9052A	Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch promt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide)	**Forschungszentrum Jülich GmbH**	90
02 S 9052B	Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch promt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide)	**TU München**	92
02 S 9062	Technische, wirtschaftliche, soziale und politische Fragen durch den Rückbau eines Kernkraftwerks auf regionaler und lokaler Ebene – Analyse aktueller Beispiele in Baden-Württemberg zur Erstellung eines Zukunftsmodells (FoRK)	**Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	94
02 S 9072A	Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo)	**AREVA GmbH, Erlangen**	96
02 S 9072B	Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo)	**Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München**	98
02 S 9082A	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	**Niedersächsische Technische Hochschule (NTH), Clausthal-Zellerfeld**	100
02 S 9082B	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	**Freie Universität Berlin**	102
02 S 9082C	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	**Christian-Albrechts-Universität zu Kiel**	104

02 S 9082D	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	**Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	📖 106
02 S 9082E	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	**Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT)**	📖 108

2.2 Formalisierte Zwischenberichte

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 30.09.2013	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 781.245,00 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 Dehnrate, 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 / Datenauswertung:
- Auswertung und Weitergabe der Daten zu den temperierten Holz-Kompressionsversuchen (Abschluss Phase II)
- Erweiterung des Versuchsprogramms der Dämpferbeton-Eindringversuche (Phase III) und Optimierung des Versuchsaufbaus, Versteifung der umschließenden Rahmenkonstruktion für die Probenkörper
- Konstruktion und Fertigung von modifizierten Eindringkörpern zur Minimierung der Reibung bei den Dämpferbeton-Eindringversuchen, DMS-Instrumentierung und Kalibrierung der neuen Eindringkörper
- Durchführung der Eindring-Versuche mit 6m Fallhöhe

Materialmodellentwicklung und Nachrechnungen der Versuche:
- Optimierung der Parameter für die Schädigungsmechanismen im Materialmodell des Dämpferbetons sowie Verifikation der Fließkurven durch Nachrechnung des Großversuchs und der Eindringversuche mit 6 m Fallhöhe
- Ableitung von Eingangsdaten für das entwickelte Materialmodell für Holz: Einachsige und mehrachsige Druckfließkurven, Skalierungsfaktoren für Dehnraten- und Temperatureinfluss, plastische Querdehnung. Nachrechnung der Stauchversuche am Stoßprüfstand und am Führungsfallprüfstand. Weitere Anpassung des Modells.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Herstellung 9 weiterer Dämpferbetonplatten durch HOCHTIEF
- Abschluss der Versuchsphase III (Durchführung der Standard-Eindringversuche an ausstehendem 9 Dämpferbetonplatten mit 11 m Fallhöhe) und Auswertung der Daten
- Verifizierung des Materialmodells für Dämpferbeton durch Nachrechnung der Eindringversuche mit 11 m Fallhöhe
- Numerische und experimentelle Untersuchungen (erweiterte Eindringversuche) zur Quantifizierung des Einflusses der Reibung beim Dämpferbeton
- Zusammenfassung und Gegenüberstellung aller experimentellen und numerischen Daten, systematischer Vergleich der stoßdämpfenden Eigenschaften der drei Werkstoffe unter Berücksichtigung von Bauteilorientierung, Temperatur sowie Belastungsgeschwindigkeit und –höhe
- Erstellung des Abschlussberichtes.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Eva Kasparek, Holger Völzke, Robert Scheidemann: Simulation of shock absorbing materials loaded by drop weights. Proceedings KONTEC 2013, 11. Intern. Symposium “Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle, Dresden

Germar Eisenacher, Robert Scheidemann, Martin Neumann, Bernhard Droste, Holger Völzke: Dynamic crushing characteristics of spruce wood under large deformations. Wood Science and Technology 47 (2), 369-380, 2013

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 30.09.2013	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 689.449,00 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 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

Das 10. und abschließende Projektgespräch hat am 16.05.2013 in Berlin bei der BAM stattgefunden. Auf der Grundlage von Präsentationen wurden die durchgeführten Arbeiten der Projektpartner (BAM, WTI, GNS) dargestellt und besprochen.

Seit Anfang des Jahres 2013 stehen die von der BAM an den Dämpfermaterialien erfassten Messdaten zur Aufbereitung und statistischen Auswertung bereit. Auf der Grundlage dieser Messdaten wurden Fließkurven und Parameter für den PU-Schaum FR3718 erstellt. Mit diesen Fließkurven und Parametern lässt sich das Verhalten des PU-Schaums in einem Temperaturbereich von -40 °C bis + 90 °C und gleichzeitig für Dehngeschwindigkeiten bis zu 3000 mm/s nunmehr sehr gut beschreiben und numerisch nachrechnen.
Die durchgeführten numerischen Simulationsrechnungen für die hydraulisch gesteuerten Stauchversuche und die geführten Fallversuche am PU-Schaum FR 3718 zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den experimentellen Messdaten.
Eine Reihe von Prüfungen zur Analyse der Simulationsgenauigkeit der Dämpfer-Materialien ist derzeit in Bearbeitung.
Die Aufbereitung und statistische Auswertung der Messdaten an den Holzproben wurde ebenfalls begonnen, so dass auch hier bis zum Projektende sehr genaue Informationen zum Verhalten dieses Dämpferwerkstoffs unter den verschiedenen Temperaturen und Dehnratenparametern vorliegen.
Im Rahmen des im Oktober 2012 durchgeführten Großversuchs, bei dem der Absturz einer Fallmasse von ca. 20 t aus 5 m Höhe auf eine Dämpferbetonplatte untersucht wurde, sind die Messdaten der Beschleunigungsaufnehmer zur Vorbereitung der geplanten Nachrechnungen aufbereitet worden.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Abschluss und Dokumentation der Datenbasis für die Materialparameter von PU-Schaum und Dämpferbeton.
- Analyse der Messdaten aus den durchgeführten Versuchen mit Holzproben zur Auswahl einer geeigneten Materialformulierung für dynamische Simulationsrechnungen.
- Dokumentation der durch die BAM zur Verfügung gestellten Messdaten zur Untersuchung der Eindringung in Dämpfermaterialien für weitere Auswerte- und Analysearbeiten.
- Bewertung der gefundenen Parameter durch Nachrechnung mittels numerischer Simulationen der durchgeführten experimentellen Fall- und Stauchversuche.
- Erstellung des Abschlussberichtes zu den durchgeführten Arbeiten und zu den gewonnen Erkenntnissen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Schopphoff, E.; Vallentin, R.; Glutsch, S.; Völzer, W. (Poster und Vortrag): Qualifizierung des Werkstoffverhaltens von stoßdämpfenden Materialien und Strukturen für dynamische Simulationsrechnungen; KONTEC 2013, 13.-15.03.2013, Dresden.
Schopphoff, E.; Vallentin, R.; Glutsch, S. (Vortrag): Analyse des Materialverhaltens stoßdämpfender Materialien und Strukturen, Jahrestagung Kerntechnik 2013, 14.-16.05.2013, Berlin.

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 30.11.2013	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 408.126,70 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 Materialen 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: Optimierung und Weiterentwicklungen

AP9: Schlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Arbeitspaket 5: Strömungsuntersuchungen
Es wurde eine LE Simulation (Large Eddy) mit dem Programm OpenFOAM durchgeführt, um festzustellen, wie sich die Wasserströmung entlang eines, mit einer Geschwindigkeit von 15 m/s bzw. 20 m/s bewegenden Diamantseils verhält. Dazu wurde ein Diamantseil modelliert, welches fünf Diamantsegmente besitzt. Die Diamantsegmente besitzen einen größeren Durchmesser als das Stahlseil, auf dem sie befestigt sind, was zu einem starken Geschwindigkeitsunterschied führt. Im Bereich zwischen den Segmenten bleibt die Geschwindigkeit nahezu bei 0 m/s, dass bedeutet das Wasser wird vom Seil mitgeführt. Durch diese Bereiche kommt es zu einer Wirbelbildung. Je weiter man sich orthogonal vom Diamantsegment entfernt, desto höher wird auch wieder die Geschwindigkeitsdifferenz. Da die Strömung turbulent verläuft kommt es im Randbereich der Diamantsegmente zu einer Geschwindigkeitsüberhöhung. Diese beträgt bei 15 m/s 18,54 m/s und bei 20 m/s nimmt sie den Maximalwert von 23,64 m/s an.

Arbeitspaket 6: Korrosionsverhalten und Wasserchemie
Das Korrosionsverhalten der anfallenden Späne wurde untersucht. Da die Spanbildung unter Wasser erfolgt kommt es zu einem schnell einsetzenden Korrosionsprozess. Die mittlere Spangröße, liegt meistens bei ca. 170 µm, ist jedoch sehr stark abhängig von den Parametern des Trennprozesses. So fallen bei höherem Vorschub mitunter auch größere Späne an. Die geringe Größe des Spans, begünstigt ebenfalls die schnell einsetzende Korrosion.

4. Geplante Weiterarbeiten

Arbeitspaket 7: Emissions- und Immissionsverhalten
Es wird untersucht, wie sich das Emissions- und Immissionsverhalten der Seilsäge auswirkt und durch welchen Fluss von Stoff, Energie und Information sie sich mit der Umgebung austauscht.

Arbeitspaket 8: Optimierung und Weiterentwicklungen
Des Weiteren befindet sich die Tauchseilsäge im Bau, mit der es möglich ist nach unten in das Werkstück einzutauchen. Statt dem „umschlingenden Verfahren“ wird hier das „Tauchverfahren“ angewandt. Somit werden Schnitte ermöglicht, ohne dass das Diamantseil um das Werkstück gelegt werden muss. Um dies zu erreichen, muss der Vorschub direkt an den letzten vor dem Werkstück befindlichen Umlenkrollen erzeugt werden, weshalb mitunter die Pneumatikzylinder neu angeordnet werden müssen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Es wurde ein Beitrag zur KONTEC 2013 veröffentlicht.

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 28.02.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 677.624,80 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 vorliegenden Berichtszeitraum wurden drei unterschiedlich konditionierte Betonarten im Rahmen einer konzentrierten Messkampagne mit der Mikrowellenanlage systematisch bestrahlt. Betonzylinder, die bei einer relativen Luftfeuchte ≥ 65 % bei 20 °C konditioniert wurden, abladierten in den ersten 1 - 2 Zentimetern. Das Ablationsmaterial wurde anschließend eingehend auf die Zusammensetzung, die Volumina sowie etwaige Gefügeveränderungen infolge der Bestrahlung untersucht. Bei Betonzylindern, die bei einer geringeren relativen Luftfeuchte konditioniert wurden, führte das tiefere Eindringen der Mikrowellenstrahlen zu Rissen durch die Proben hindurch. Hierbei wurde kein Material abladiert. Darüber hinaus wurden ausgewählte Proben durch einen umgebenden Stahlring eingespannt, um den infolge der Erwärmung eintretenden Verformungen im gleichen Maß wie eine Betonwand entgegenzuwirken. Dabei konnte die Rissanzahl vermindert, jedoch die Rissbildung nicht ver-

hindert werden. Für weitere Versuche wurden großformatige quadratische Betonplatten hergestellt und befinden sich derzeit in der Konditionierung.
Die aus dem Kernkraftwerk Zwentendorf gewonnenen Bohrkerne wurden für die noch ausstehenden Materialprüfungen vorbereitet und befinden sich derzeit in der Konditionierung.
Die im vorangegangenen Berichtszeitraum durchgeführten Temperaturmessungen während der Ablationsversuche, wurden im vorliegenden Berichtszeitraum mit einer optimierten Sensoranordnung wiederholt. Dabei stellte sich beim Vergleich zweier verschiedener optischer Messsysteme der Hersteller HBM sowie OPTOCON heraus, dass die Messungen quantitativ vergleichbar und plausibel ausfielen, die Praxistauglichkeit des langsameren/trägeren Systems von OPTOCON jedoch deutlich besser ist und daher für weitere Messungen angeschafft werden soll. Die Probekörper für das hierfür entwickelte Messkonzept befinden sich derzeit in Herstellung.
Im Zuge der geplanten Verformungsmessungen der Oberflächen von Probekörpern mithilfe des angeschafften opt. Messsystems wurden weitere Vorversuche durchgeführt und die Herstellung eines Schutzkäfigs zur Abschirmung von Mikrowellenstrahlung vorangebracht.
Infolge der Ergebnisse bei den Ablationsversuchen, der Erkenntnisse aus den Temperatur-Testmessungen sowie der geplanten opt. Verformungsmessung fanden mehrere Projekttreffen mit dem Forschungspartner am Campus Nord statt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die laufenden Arbeiten im Teilprojekt des IMB liegen derzeit geringfügig hinter dem Zeitplan. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, dass das gesamte Feuchtekonditionierungskonzept aufgrund veränderter Bestrahlungsbedingungen (kleinere Probengeometrien und stark erhöhte Probenanzahl gegenüber dem ursprünglichen Antrag) angepasst werden musste und die Erfassung der relevanten Kenngrößen während der Ablationsversuche noch weiterer Optimierung bedarf.
Im Rahmen weiterer Untersuchung hinsichtlich des Ablationsverhaltens sollen die hergestellten und konditionierten großformatigen Probekörper abladiert und eingehend untersucht werden.
Nach Herstellung und Konditionierung weiterer Probekörper sollen an diesen zeitgleich die Temperaturen sowie Verformungen mittels opt. Messtechnik erfasst werden. Die hieraus gewonnen Erkenntnisse bilden die Grundlage zur Modellierung des Ablationsverhaltens infolge der Mikrowellenbestrahlung.
Darüber hinaus werden vorangehende Materialprüfungen punktuell ergänzt, um diese für numerische Untersuchungen mit dem Softwarepaket DIANA zu nutzen und das empirisch entwickelte Modell numerisch zu verifizieren.
Abschließend soll mit der Erarbeitung des Abschlussberichts begonnen werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Die Veröffentlichungen im gesamten Berichtszeitraum beschränken sich auf einen Arbeitsvortrag im Kraftwerk Stade, ein Poster bei der Konferenz KONTEC 2011, einen Vortrag vor dem Projektträger sowie zwei Konferenzbeiträge.

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

Umminger, M.; Haist, M.; Bohner, E.; Herrmann, N.; Müller, H. S.: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen. Projekttreffen MACOS, KIT Campus Nord, 17. November 2011

Lepers, B.; Melcher, A.; Kayser, T.; Soldatov, S.; Umminger, M.; Dittrich, J.; Link, G.; Jelonnek, J.: Thermoelastic model for microwave ablation of concrete. 15th Seminar on Computer Modeling in Microwave Engineering and Applications; (CIMS 2013), Padova, I, März 2013

Melcher; A.; Lepers, B.; Umminger, M.; Kayser, T.; Link, G.; Haist, M., Jelonnek, J.; Müller, H.S.: Modeling and Simulation of Microwave Heating for Spalling of Radioactive Contaminated Concrete. PAMM Proc. Appl. Math. Mech. 12; S. 351 – 352 ,Darmstadt, Dezember 2012

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 28.02.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
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

Die im letzten Berichtszeitraum begonnene dielektrische Charakterisierung der im IMB gefertigten Betonproben wurde mit den verbliebenen Probenqualitäten weitergeführt. So wurden die dielektrischen Messungen mit der Reflektionsmethode auch an Proben durchgeführt, die in einem Laborofen auf unterschiedlichen Temperaturen bis hin zu 150 °C vorgewärmt wurden. Parallel dazu konnten auch Messungen auf Grundlagen der Resonator-Störkörpermethode, die sich durch einen größere Empfindlichkeit auszeichnet, bis zu Temperaturen von ca. 700 °C durchgeführt werden.

Des Weiteren wurden die Wellenleiterantennen mit Impedanzanpasselementen entwickelt, die es erlauben, auch mit einem Abstand von ca. 10 mm noch ausreichend Mikrowellenleistung in den Beton zu übertragen und gleichzeitig die Mikrowellenleistung auf einen kleineren Querschnitt zu fokussieren. Auf Grundlage dieses Konzeptes wurde ein Antenne mit getapertem bzw. eine mit gestuftem Hohlleiterquerschnitt entworfen, gebaut und erfolgreich getestet.

Mit dem im letzten Berichtszeitraum entwickelten Teststand wurden Ablationsversuche mit systematischer Variation der Betonproben durchgeführt. Bei Proben die in den Klimakammern bei hoher Luftfeuchtigkeit ausgelagert wurden, waren die Ergebnisse durchweg positiv. Unterhalb eines kritischen Feuchtegehaltes jedoch deuten die Ergebnisse auf eine zu große Eindringtiefe der Mikrowellenstrahlung hin, die eher zu einem Bruch der Proben in die Tiefe führen als zu einer Oberflächenablation. Dies wird darüber hinaus durch eine evtl. ungünstig gewählte, zu kleine Probengeometrie unterstützt.
Mit Hilfe eines in der Höhe verstellbaren Probentisches konnte auch für einzelne, große Proben erfolgreich ein kontinuierlicher Abtrag demonstriert werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Ablationsversuche den verbliebenen zylindrischen Proben bzw. Platten werden in dem entwickelten Teststand weitergeführt. Weiter ist geplant, mit den schwierig zu ablatierenden, trockenen Proben Tests in der am IHM vorhandenen 30 GHz Gyrotronanlage durchzuführen.
Die thermoelastischen Modelle zur Simulation des Ablationsverhaltens werden durch ein geeignetes Porendruckmodell erweitert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Lepers, B.; Melcher, A.; Kayser, T.; Soldatov, S.; Umminger, M.; Dittrich, J.; Link, G.; Jelonnek: Thermoelastic model for microwave ablation of concrete, 15th Seminar on Computer Modeling in Microwave Engineering and Applications; (CIMS 2013), Padova, I, March 23-24, 2013

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 31.03.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 666.560,00 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 Nachbehandlungsschritte 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; Bewertung der Platten ist abgeschlossen.
AP2: Kleinkomponenten sind hergestellt. Sie wurden mehrmals beschichtet und untersucht. Da in den Radien immer wieder kleine Korrosionsangriffe stattfinden, wurden kleinere Winkelgeometrien hergestellt, um die Brennerführung einfacher optimieren zu können. Diese wurden beschichtet und es wurden gute Ergebnisse erzielt (Korrosionsfreiheit nach dem Wassertest konnte vollständig erreicht werden). Somit können die Kleinkomponenten mit der ermittelten Brennerführung erneut beschichtet werden.
AP3: Geometrie der Großkomponente ist abgesprochen und die Komponente ist hergestellt.
AP4: Keine Aktivität.
AP5: Keine Aktivität.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1: Aktivitäten abgeschlossen.
AP2: Die Beschichtung der Kleinkomponenten wird ein weiteres Mal mit einer optimierten Brennerführung durchgeführt.
AP3: Die Fertigung der Großkomponente ist abgeschlossen, diese muss nach erfolgreicher Beschichtung der Kleinkomponenten (AP2) beschichtet werden.
AP4: Beschichtung der Reparaturplatten und Erarbeitung eines Reparaturkonzeptes, nach Abschluss von AP2.
AP5: Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Kurzvortrag von Frau Behrens auf der Kontec.

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover	**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:** 01.01.2013 bis 31.05.2013
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 Probeplatten hinsichtlich Schichtaufbau und Korrosionsschutz
- Auswertung/Festlegung des Verfahrens

AP4: Beschichtung einer Kleinkomponente
- 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

AP4: Beschichtung von Kleinkomponenten
Weiterhin Untersuchung der von der Fa. Siempelkamp hergestellten und von Sulzer/Metco beschichteten Behälterbauteile:

- Schwierigkeiten mit der Reproduzierbarkeit bisher erzielter guter Ergebnisse mit den zwei Spritzwerkstoffen 1. Diamalloy 2001, (Beschichtungsverfahren: HVOF-GF), 2. Höganäs 1660.02 (Beschichtungsverfahren: HVOF-LF)
- Problematische Zonen sind nach wie vor die Behälterradien
- neue Beschichtungsversuche, mit Vorabbeschichtungen der Radien, dabei 1. Verwendung von Maskierungsblechen um den Overspray abzufangen, 2. ohne Maskierungsblech, trotzdem Korrosion bei beiden Beschichtungsvarianten in den Radien
- insgesamt wurden die Beschichtungsergebnisse mit dem Spritzwerkstoff Höganäs 1660.02 besser beurteilt als die mit Diamalloy 2001, deshalb bei weiteren Beschichtungen nur noch Verwendung von Höganäs 1660.02
- Beschichtungsversuche an kleinen Segmenten im Institut für Werkstoffkunde (Fortis), dabei Vorabbeschichtungen der Radien (ohne Maskierungsbleche) im 90°-Spritzwinkel, Schichtdicken 500 – 600 µm. Bei der Beschichtung der übrigen Flächen Erprobung unterschiedlicher Brennerführungen, Spritzabstand mit 250 mm etwas geringer als üblicherweise bei der Fa. Sulzer, die sonst alle Beschichtungen durchführen
- gute Ergebnisse, d. h. keine Korrosion in den Radien nach dem Wassertest, an drei von fünf Probeteilen

Weiterhin Charakterisierung der Beschichtungen mittels elektrochemischer Impedanzspektroskopie:

- Messungen an senkrechten und waagerechten Flächen sowie in den Radien des Behälterprofils, Durchführung der Messungen mit Gelpolstern. Die Methode erlaubt eine gute Charakterisierung der Beschichtung hinsichtlich Porosität und Dichtheit in den unterschiedlichen Bereichen des Behälterbauteils.
- Untersuchung der Oberflächentopografie mittels Digitalmikroskopie;

4. Geplante Weiterarbeiten

AP3: Weitere Untersuchungen der Beschichtungsproben
- Weiterhin mechanische Prüfungen (Haftzugfestigkeitsuntersuchungen, Härteprüfungen)

AP4: Beschichtung von Kleinkomponenten
- Beschichtung von Flanschteilen nach den Fortis erprobten Spritzparameter
- Fortführung der Charakterisierung der erzeugten Beschichtungen mit elektrochemischer Impedanzspektroskopie
- Untersuchung der Oberflächentopografie mittels Digitalmikroskop

AP5: Beschichtung der Großkomponente

AP6: Erprobung von Reparaturbeschichtungen:
- Die Bearbeitung von Punkt 5 und 6 hängt entscheidend von der Prozesssicherheit beim Beschichten der Behälterbauteil ab, die noch nicht erreicht werden konnte

5. Berichte, Veröffentlichungen

S. Behrens (Vortragende), T. Hassel, Fr.-W. Bach: „Untersuchungen und Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterbauteile“, KONTEC 2013 11. Internationales Symposium “Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, Dresden 13.03.–15.03.2013

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:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
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 belastetem 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 Abtragstiefe 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

AP3: Steuerung und Anpassung des Manipulators an die neue Entwicklung
In Kooperation mit der EnBW wurde der Aufbau des Manipulators im Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) fortgesetzt. In diesem Zeitraum wurde die Endmontage der Werkzeugeinheit bzw. des Werkzeugkopfes vollzogen. Die Konstruktion und der Aufbau der Hydraulikmotoren-Einheit erfolgten am KWO. Für die Ermittlung des optimalen Betriebspunktes der entwickelten Werkzeugeinheit wurden erste Testläufe getätigt. Dazu wurden die Hydraulikkomponenten eingerichtet und jeweils eine Steuerung für den Hydraulikmotorenantrieb der Werkzeugeinheit und für die Vorschubregelung der Fräse entwickelt. Die Steuerungen ermöglichen eine separate Drehzahlansteuerung der jeweiligen Werkzeuge und kommen weiterführend auch am Manipulator zum Einsatz. Die Versuche zeigten, dass der optimale Betriebspunkt für die Trommel mit Diamantsägeblättern bei 2500 U/min und für die Trommel mit Hartmetalllamellen bei 1650 U/min liegt. Hierfür konnte das Projektziel zum Erreichen einer Abtragstiefe von 10 mm Beton bestätigt werden.

Weiterhin wurde die Konstruktion des Trägersystems fortgesetzt. Dazu wurde das Saugplattensystem ausgelegt, die Aufnahme der Werkzeugeinheit durch ein Schnellwechselsystem besetzt und das Führungssystem für den Werkzeugschlitten montiert. Ausstehend sind noch die Installation der elektronischen Komponenten wie beispielsweise Endschalter und der Aufbau eines Steuerpultes für eine Fernbedienung. Weiterhin sind noch zusätzliche Konstruktionsarbeiten zu tätigen, welche es ermöglichen, eine Schleppkette für die Hydraulik, Pneumatik und Elektronik zu führen.

AP4: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette
Auf Grundlage der vorangegangen Untersuchungen zur Auslegung des Absaugsystems und den Erfahrungen am KWO, wurde die verfahrenstechnische Kette zur Absaugung und Konditionierung von kontaminiertem Betonstaub aufgebaut. Zu dieser Kette gehören das Saugaggregat, ein PCB-Messgerät, spezielle Materialförderschläuche, ein Stahlfass zur Konditionierung und der Zyklonabscheider. Die ersten Testläufe zur Funktionsanalyse beim Einsatz mit der optimierten Werkzeugeinheit waren positiv. Jedoch muss zur Absaugung des gesamten kontaminierten Abtrags, welcher durch die Bearbeitung von Diamantsägeblättern und Hartmetalllamellen entsteht, ein Saugaggregat mit einer Leistung $P > 3{,}5kW$ installiert sein. Aufgrund der positiven Ergebnisse zur Konditionierung und der geringen Luftbelastung durch die installierte verfahrenstechnische Kette konnte das Arbeitspaket d) abgeschlossen werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP3: Steuerung und Anpassung des Manipulators an die neue Entwicklung
Das primäre Ziel ist die Fertigstellung der kompletten Manipulator-Werkzeugeinheit. Hierfür müssen die elektronischen Steuerkomponenten installiert und zusätzliche Konstruktionen für eine einfachere Handhabung der Schläuche und Kabel getätigt werden. Weiterhin ist die Funktionalität des Ansaugsystems hinsichtlich der erforderlichen Anpresskraft praktisch zu prüfen und gegebenenfalls sind Modifikationen an der Zustellung der Saugplatten vorzunehmen.

AP5: Umfangreiche großmaßstäbliche Praxisversuche
Nach der Endmontage des Manipulators sind umfangreiche Praxisversuche am KWO geplant. Besonders das Betriebsverhalten des Systems an der Wand sowie die Dekontaminationsergebnisse in unterschiedlichen Raumhöhen stehen im Mittelpunkt der Praxisuntersuchungen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Poster Vortrag und Paper zur KONTEC 2013 in Dresden.

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:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
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 Abtragstiefe 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

AP3: Steuerung und Anpassung des Manipulators an die neue Entwicklung
In Zusammenarbeit mit dem KIT wurden der Aufbau des Trägersystems sowie die Montage der Fräseinheit fortgesetzt. Die Fräseinheit wurde mit den Hydraulikmotoren bestückt, es erfolgten weiterhin Optimierungen bezüglich der Staubabsaugung in Form von ausgefrästen Fenstern im Fräskopfgehäuse, der Montage eines Absaugstutzens für den Anschluss eines Absaugschlauches und Bürstenabdichtungen zwischen Fräskopfgehäuse und Bearbeitungsfläche. Um die Frästiefe einstellen zu können bzw. in der Tiefe zu begrenzen, war die Konstruktion, Fertigung und Montage von verstellbaren Rollen am Fräskopfgehäuse erforderlich.

Das Hydraulikaggregat wurde komplettiert und mit Hydrauliköl befüllt. Sämtliche Hydraulikanschlüsse aggregatseitig, schlauchseitig wie auch motorenseitig wurden mit tropffreien Hydraulikschnellkupplungen ausgestattet. Nach dem Anschluss der Hydraulik und der zugehörigen Steuerung erfolgte die Inbetriebnahme der Fräseinheit.
Die praktische Erprobung der optimierten Fräseinheit (Bodenfräsversuch im Maschinenhaus bei KWO) hat in einem hierfür gefertigten Trägerrahmen mit einer angebrachten Vorschubeinheit stattgefunden. Es wurde eine Frästiefe von ca. 10 mm in einem Arbeitsgang bei entsprechendem Vorschub erreicht.

Da das Manipulatorgewicht die maximale Zuladung des Raupentransportwagens überschritt, wurde beschlossen, zu einer Leichtbauweise zu wechseln, weshalb das Trägersystem noch nicht vollständig zusammengesetzt ist. Deshalb konnte noch keine Praxiserprobung an der Wand stattfinden. Die Entwicklung und Fertigung der Steuerung des Systems konnte ebenfalls noch nicht abgeschlossen werden. Es sind noch Konstruktionsarbeiten bezüglich des mechanischen Aufbaus (Fräskopf-Schnellwechselsystem, Verstellung/Verriegelung der pneumatischen Ansaugplatten) und elektrischen Sicherheitsabschaltungen sowie Schlauch- und Leitungsführung über Schleppkette durchzuführen.

AP4: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette
Für die Optimierung der verfahrenstechnischen Kette wurde ein Zyklonabscheider gefertigt.
Der Zyklonabscheider, aufgesetzt auf ein geändertes 200 l-Fass, wurde zwischen Fräseinheit und Absaugung zur Vorabscheidung der anfallenden Stäube installiert. Dieses Verfahren zur Entlastung der Filter der Absaugung hat sich bewährt. Die Saugleistung der Absaugung von 3 kW sollte zur Optimierung der Grobstaubbeseitigung erhöht werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP3: Steuerung und Anpassung des Manipulators an die neue Entwicklung
In Zusammenarbeit mit dem KIT werden die Bauteile des Trägersystems eingebaut bzw. aufgebaut und anschließend ersten Praxistests an der Wand unterzogen. Die Steuerung des Systems sowie die Sicherheitsabschaltungen werden noch fertiggestellt. Das Schnellwechselsystem der Fräseinheit sowie die die pneumatische Ansaugvorrichtung inklusive ihrer Verstellmöglichkeit wird ebenfalls noch bearbeitet.

AP5: Umfangreiche großmaßstäbliche Versuche - Praxiserprobung am Institut TMB und im Kernkraftwerk Obrigheim
Nach der Fertigstellung und Montage aller Einzelteile werden Wandfräsversuche im KWO durchgeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Poster Vortrag/Paper für Kontec 2013

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 30.09.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
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. ^{3}H, ^{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 14C), 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 Ausgangmaterialien 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 CARBOWASTE 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 Ausgangmaterialien 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 wurde die beabsichtigte Probennahme an einem TRIGA-Reflektor wegen Genehmigungsproblemen aufgegeben. Ersatzweise wurde die Atmosphäre eines Stahlbehälters gaschromatographisch untersucht, welcher zwei Blöcke (zusammen 64kg) aus der thermischen Säule des ehemaligen Forschungsreaktors in Rossendorf enthält und in 2000 verschlossen wurde. Der Gehalt an ^{14}C und Tritium lag unter der Nachweisgrenze von 3Bq/ml für ^{14}C und 50Bq/ml für Tritium. Genauere Messungen der vor Öffnung des Behälters entnommenen Gasproben sind angelaufen. Zwei Blöcke aus der thermischen Säule wurden zur Entnahme weiterer Proben unter Vollschutz zersägt. Autoradiographische Messungen an diversen bestrahlen Graphitproben wiesen ausgeprägte heterogene Verteilungen der beta-Aktivität auf (Hot-Spots), deren Ursache noch zu klären ist.
In Arbeitspaket 2 wurden die Auswirkungen der Temperatur auf die Verteilung des Radionuklids ^{14}C nach der Entstehung und dem Rückstoß nach molekulardynamischen (MD) Verfahren simuliert. Es zeigt sich, dass die Transportweglänge und das dpa-Verhalten dieses Nuklids nicht bedeutend beeinflusst werden. Dies ist auf den verhältnismäßig kleinen Betrag der thermischen Energie der übrigen Kristallatome (ca. 0,065 eV) zurückzuführen. Außerdem wurde die Anlagerung dieses Nuklids an den Korngrenzen bzw. Grenzschichten näher untersucht. Aufgrund der Geschwindigkeit des Transportvorgangs stellt sich die Endkonfiguration der ^{14}C-Verteilung in kürzester Zeit ein nämlich innerhalb von einigen Picosekunden, woran sich die extrem langsam ablaufenden thermischen Diffusionsvorgänge (Selbstdiffusion) anschließen können. Die Erfassung dieser physikalischen Vorgänge und der parallel stattfindenden chemischen Reaktionen mit der Bildung an molekularen ^{14}C-Strukturen sollte Gegenstand künftiger simulationstechnischer Untersuchungen sein.
In Arbeitspaket 3 wurden Proben aus dem Graphitreflektor des AVR unter verschiedenen Randbedingungen in Bezug auf Temperatur, Feuchte und pH-Wert ausgelagert. Nach ca. einem Jahr wurden Gasproben aus den Probenbehältern entnommen und analysiert. Dabei stellte sich heraus, dass die Freisetzung von ^{14}C und Tritium bei Raumtemperatur und bei 50°C in die Gasphase unter trockenen Bedingungen und in neutralem Wasser, wie erwartet, niedrig ausfallen. Dagegen wurde bei Lagerung unter feuchter Luft eine deutlich höhere Freisetzung von Tritium und ^{14}C in der Gasphase gemessen. Dies ist in Übereinstimmung mit neuen Ergebnissen zur Bindung von Tritium in Graphit und Freisetzung von Tritium über Isotopenaustausch bei Anwesenheit von Feuchte. Bei Auslaugungsversuchen wurde festgestellt, dass es in alkalischen Lösungen zu erhöhtem Übertritt von Tritium und ^{14}C in die Flüssigphase kommt. Beide Befunde könnten erhebliche Bedeutung für die Lagerung und Konditionierung von bestrahltem Graphit haben und bedürfen weiterer Klärung. Weitere Experimente wurden vorbereitet, um die Kinetik der Freisetzungsprozesse näher zu untersuchen. Dabei sollen sowohl geschlossene Systeme als auch durchspülte Systeme eingesetzt werden, um eventuelle Sättigungseffekte quantifizieren zu können.
In Arbeitspaket 4 wurden die Ergebnisse zur Einbettung von Graphit in Geopolymeren dokumentiert. Neue Experimente zu elektrochemischen Reaktionen von einzementierten Graphitproben mit diversen Metallen wurden vorbereitet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die jetzt verfügbaren Proben aus der thermischen Säule des Rossendorfer Forschungsreaktors werden zunächst radiologisch, chemisch und physikalisch charakterisiert. Erstmals ist es damit auch möglich, größere Probenmengen bei den Auslagerungstests zu verwenden und damit die Aussagekraft von Ausgasungs- und Auslaugungsversuchen zu erhöhen, da bisher nur geringe Probenmengen vorhanden waren. Dabei sollen auch ergänzende Versuchsreihen mit Salzlösungen durchgeführt werden. Es ist geplant, die Kinetik der Tritium- und ^{14}C-Freisetzungen quantitativ zu bestimmen. Da die spezifische Aktivität der Rossendorfer Proben höher als bei den bisher untersuchten Proben aus der thermischen Säule des FRJ-1 (MERLIN) ist, wird der Nachweis potentieller Tritium- und ^{14}C-Freisetzungen erleichtert.
Wegen der aufgefundenen Hetereogenitäten (Hot-Spots) sind die autoradiographischen Befunde zu überprüfen.
MD-Untersuchungen haben gezeigt, dass das Tiefenprofil der ^{14}C-Konzentration in bestrahltem Graphit für die Beurteilung des Aktivitätsvolumens und des damit verbundenen Entsorgungsaufwands vom Entstehungsprozess dieses radioaktiven Nuklids abhängt. Die Bestimmung des Absorptionsprofils und der damit verbundenen Kontaminationsschicht ist Gegenstand weiterer simulationstechnischer Untersuchungen für die nächste Projektphase. Zu diesem Zweck wird durch Modellrechnungen die Veränderung des charakteristischen Beta-Spektrums von ^{14}C in Abhängigkeit von der Tiefe bestimmt.
Es ist geplant, die Kooperation mit dem russischen MEPhI durch Personalaustausch zu intensivieren.

5. Berichte, Veröffentlichungen

D. Vulpius, K. Baginski, C. Fischer, B. Thomauske: Location and chemical bond of radionuclides in neutron-irradiated nuclear graphite, J. Nucl. Mater. Volume 438, S: 163-177, 26.02.2013

Zuwendungsempfänger: Verein für Verfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 400, 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 31.03.2013	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 31.03.2013
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-CO_2 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 Recherchen zum Aufkommen an C-14-markierten Reststoffen bei Landessammelstellen, Industrieunternehmen und Forschungseinrichtungen waren abgeschlossen. Vom Nachauftragnehmer wurden zwei Kleinchargen C-14-haltiger gemischt wässriger Abfalllösungen charakterisiert und für Elektrolyseversuche zur Verfügung gestellt.

AP2: Die elektrochemisch-kinetischen Untersuchungen zur Totalmineralisation waren abgeschlossen.

AP3: Die Versuchsreihen zur elektrochemischen Totaloxidation einer Reihe Abfalltypischer organischer Verbindungen innerhalb von batch-Versuchen waren ebenfalls weitgehend abgeschlossen. Bei jeweils einheitlicher Versuchsdauer konnten Umsätze von >90 % und Stromausbeuten zwischen 40 – 95 % erreicht werden, wobei die niedrigeren Werte für verdünnte wässrige Lösungen substituierter Aromaten erhalten wurden. Einzelne zusätzliche Kontrollversuche bestätigten, dass die intermediäre Bildung polymerer Substanzen, die z. B. bei Phenol im Verlauf der elektrochemisch-kinetischen Untersuchungen beobachtet werden konnte, bei Einhaltung angemessener Reaktionsbedingungen an Diamantelektroden nicht auftritt.

AP4: Der Laborversuchsstand bestehend u. a. aus einer 100-cm^2-Membranelektrolysezelle mit Diamantanode, Vorlagebehältern für Anolyt und Katholyt, Förderpumpen, Ports für die Probenahme aus den Elektrolytströmen, einer Gasadsorptionsstrecke, der Sicherheitssensorik, einer SPS-basierten Sicherheitsschaltung und einer Gleichstromversorgung wurde fertiggestellt und erfolgreich mehreren inaktiven Erprobungszyklen unterzogen. Anschließend wurden im Hinblick auf die chemische Zusammensetzung des realen Probenmaterials weitere Testläufe zur Auswahl des Betriebsmodus durchgeführt. Die elektrochemische Behandlung der C-14-haltigen realen Abwasser- bzw.-Rückstandschargen erfolgte schließlich im Rahmen zweier auf 24 h Elektrolysedauer angelegter Versuche. Dabei konnte die C-14-Aktivität der behandelten Abwasserchargen auf < 1 kBq/l vermindert und das freigesetzte C-14- CO_2 vollständig als Feststoff (Carbonat) fixiert werden.

AP5: AP5 wurde entsprechend Erfordernis bearbeitet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten zu den AP1 – AP4 sind abgeschlossen.

AP5: Der Abschlussbericht wird erstellt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Posterpräsentation zur KONTEC 2013, Dresden 13. – 15.03.2013: „Elektrochemische Totalmineralisation organischer C-14-Abfälle“, Friedrich, H. –J. (VKTA, Dresden), Müller W. (IUT, Berlin)

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 (MEREN)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
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 Behandelns 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

AP4:
Für die Versuchsreihen in AP4 wurde nach einer entsprechenden Antragsstellung eine Umgangsgenehmigung gemäß § 7 StrlSchV für den Umgang mit radioaktiven Stoffen vom Regierungspräsidium Karlsruhe ausgestellt.
Für die Versuchsreihe wurde ein Teststand mit einem Förderband aufgebaut. Der Teststand besteht im Einzelnen aus den Komponenten programmierbares Laufband mit Getriebe und Motor, Start-Stopp- Automatik, Messsensoren (Plastik-Szintillationssonden und NaJ-Kristall mit variabler Trägerkonstruktion (Höhe, Neigung, Winkel), Messtechnik (Messrechner, Software, etc.) und radioaktiven Präparaten.
Für die Lagerung und Sicherung der radioaktiven Präparate wurden entsprechende sicherheitstechnische Vorkehrungen in Absprache mit dem KIT-Sicherheitsmanagement (KSM) getroffen. Der Teststand dient zur Ermittlung von Detektionswahrscheinlichkeiten radioaktiver Stoffe im Materialfluss der schrottverarbeitenden Industrie. Hierbei können auf dem Förderband verschiedene Geschwindigkeiten und somit zur Verfügung stehende Messzeiten, Abstände und Abschirmdicken simuliert werden. Es werden verschiedene radioaktive Präparate (Co-60, Cä-137 und Am-241) mit Aktivitäten bis zum Zehnfachen der Freigrenze eingesetzt. Die Versuchsreihen beinhalten:

- Impulsrate als Funktion der Detektoroberfläche
- Impulsrate als Funktion der Messposition
- Impulse als Funktion der Messzeit
- Bestimmung des Abschirmverhaltens unterschiedlicher Schrottsorten
- Einfluss mechanischer Schwingbelastung am Detektor während der Messung
- Einfluss wechselnder Hintergrundbelastung auf festgelegt Alarmschwellen

Weitere Versuche zur Erfassung der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor und weitere Messungen zu mechanischen Belastungen, Freiluftbedingungen und Temperatureinflüssen werden am Teststand durchgeführt. Die in AP3 definierten Messpunkte werden am Teststand sowie an der Container-Schere für den praktischen Einsatz im Schrottplatzbetrieb getestet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Für den bevorstehenden Berichtszeitraum stehen weitere Versuchsdurchführungen aus dem o. g. Arbeitspaket 4 an. Des Weiteren wird die Datenübertragung per Funktechnologie vorangetrieben. So kann parallel zum Teststand, die konstruktive Anbringung und die kabellose Vernetzung der Messtechnik erprobt werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Schrott-Wetzel GmbH, Ruhrorter Str. 40-46, 68219 Mannheim	**02 S 8831**
Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
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 Behandelns 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 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:

AP4/AP5:
- Lieferung und Aufbau der Containerschere auf dem Versuchsgelände in Hochstetten

- Einweisung in die Bedienung der Containerschere

- Lieferung von verschiedenen Schrottsorten für die Containerschere

- Unterstützung durch Bereitstellung von Personal der Firma Wetzel

- Technische Beratung beim Aufbau des Versuchsstandes in Hochstetten und bei der Durchführung der Versuche

- Einbringung von Praxiserfahrung was den Umgang mit Strahlquellen im Schrott angeht (mögliche Lagerung in den Schrottanlieferungen, mögliche Kapselung / Abschirmung durch Schrott, etc.)

- Technische Beratung bei der Anbringung der Detektoren an der Containerschere

- Prüfung der Übertragbarkeit auf die anderen Schrottaufbereitungsanlagen an den Standorten der Firma Wetzel

4. Geplante Weiterarbeiten

Fortführung der unter Pos. 3 genannten Arbeiten.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Am Heegwald 4, 76227 Karlsruhe	**02 S 8841**
Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
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 Behandelns 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-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

AP4:
- Technische Beratung beim Aufbau des Versuchsstandes in Hochstetten und bei der Durchführung der Versuche
- Unterstützung des KIT beim Antrag für die Erlangung der Strahlenschutz-Genehmigung

AP5:
- Durchführung von Recherchearbeiten für den Aufbau des Alarmplanes
- Erstellen einer Datenbank für den Aufbau des Alarmplanes
- Technische Beratung des KIT beim Aufbau des Alarmplanes. Einbringung von Praxiserfahrungen.
- Ermittlung der Abfallschlüssel, Tonnagen, abfallwirtschaftlichen Tätigkeiten und Stoffströme der Firma Wetzel
- Vermessungstechnische Aufnahme der beiden Schrottplätze der Firma Wetzel nach Lage und Höhe, zur Entwicklung der Datenübertragung per Funktechnologie
- Abstimmung der technischen Möglichkeiten bei der Datenübertragung per Funktechnologie mit verschiedenen Herstellern:
  Für die Kommunikationsverbindung zwischen der Elektronik des Detektors und eines PCs/Notebooks gibt es neben der Kabelverbindung der beiden Kommunikationspartner auch die Möglichkeit eine Bluetooth® Funkverbindung (Master - Slave) einzusetzen. Bei Einsatz von gängigen Funkmodulen kann die Funkverbindung bis zu 300 Meter Entfernung genutzt werden. Diese Entfernung ist bei der Großzahl der Schrottplätze ausreichend.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Fortführen der technischen Beratung des KIT bei der Durchführung der Versuche in Hochstetten

- Weiterentwicklung der Datenübertragung per Funktechnologie

- Konzepterstellung zur Übertragung der Radioaktivitätsmessung an mobilen Flurförderfahrzeugen (z. B. Radlader, Gabelstapler, etc.) und Datenübertragung per Funktechnologie

- Fortführen der technischen Beratung des KIT beim Aufbau des Alarmplanes

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe	**Förderkennzeichen:** **02 S 8851**
Vorhabensbezeichnung: Internationale Rückbautechniken und Managementmethoden für kerntechnische Anlagen – Eine wissenschaftliche Analyse des internationalen Standes der Technik (IRMKA)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2011 bis 28.02.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 150.755,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Gentes

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Projektes sollen sowohl der Rückbau und die aktuellen Forschungsarbeiten in der Bundesrepublik Deutschland, als auch weltweit untersucht und analysiert werden.
Folgende Themenkomplexe sind dabei vorgesehen:

- Vertragswesen
- Managementmethoden
- Dekontamination
- Zerlegearbeiten und Demontage
- Aktuelle Rückbauprojekte kerntechnischer Anlagen
- Rückbau und damit verbunden die zukünftige Energieversorgung.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Erarbeitung Stand der Technik der Themenschwerpunkte
AP2: Analyse: Rückbau in der Bundesrepublik Deutschland
AP3: Analyse: Rückbau weltweit
AP4: Analyse aktueller Forschungs- & Entwicklungsergebnisse
AP5: Festlegung von zukünftigem Forschungs- & Entwicklungsbedarf aus AP2 und AP3

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Es wurde im AP4 damit begonnen, Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich Rückbau kerntechnischer Anlagen zu analysieren und in verschiedene Kategorien einzuteilen. Ziel hierbei ist das Aufstellen eines Forschungsportfolios und das Aufzeigen des Trends im Bereich Forschung und Entwicklung beim Rückbau kerntechnischer Anlagen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die weiteren Arbeiten beschäftigen sich mit der Fertigstellung des AP4. Hierzu sollen nicht nur weitere aktuell laufende Forschungsprojekte analysiert werden, sondern auch bereits abgeschlossene Forschungsprojekte Berücksichtigung finden. Anschließend soll im AP5 der zukünftige Forschungsbedarf definiert werden. Hierzu werden die Ergebnisse aus dem AP2 sowie AP3 mit den Ergebnissen aus dem AP4 gegenübergestellt und durch ein Soll- Ist Vergleiches der zukünftige Forschungsbedarf definiert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
AREVA GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen	**02 S 8861**
Vorhabensbezeichnung: Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2011 bis 30.06.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 593.892,00 EUR	**Projektleiter:** Arnold

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben untersucht zwei unterschiedliche neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik:

a) Es wird untersucht, wie das bei der Zerlegung von radioaktiven Kerneinbauten mittels Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidverfahrens (WASS) anfallende Gemisch aus Abrasivmittel und Schnittfugenmaterial unter Einhaltung der geltenden Strahlenschutzvorgaben dem Vergussbeton zur Konditionierung von Endlagerbehältnissen beigemischt werden kann.

b) Es wird ein Verfahren entwickelt, das es ermöglicht, aus dem Abrasivmittel- und Schnittfugenmaterial-Gemisch die einzelnen Komponenten soweit möglich zu separieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1.1: Festlegung der Vergussbeton-Zielparameter
AP1.2: Bereitstellung eines Mustergemisches
AP1.3: Untersuchung der Gemischeigenschaften
AP1.4: Auswahl eines Mischverfahrens und der Mischungsentwicklung
AP1.5: Rechnerische Bestimmung der Radioaktivität im entwickelten Vergussbeton
AP1.6: Durchführung von Technikumsexperimenten (Betonproben) am Standardgemisch
AP1.7: Auswertung des Standardgemisches
AP1.8: Bereitstellung eines Mustergemisches für Optimierungsversuche
AP1.9: Optimierung des Gemisches
AP1.10: Durchführung von Technikumsexperimenten (Betonproben) zur Optimierung
AP1.11: Auswertung des optimierten Gemisches
AP1.12: Dokumentation und Präsentation
AP2.1: Auswahl geeigneter Separationsverfahren
AP2.2: Bereitstellung eines Mustergemisches
AP2.3: Separationsversuche
AP2.4: Vergleich und Bewertung der Versuche
AP2.5: Auswahl des bestgeeigneten Verfahrens
AP2.6: Realisierung eines produktreifen Prototyps
AP2.7: Dokumentation der Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

a) Betonverfüllung
AP1.7/1.9:
Die Laboranalysen zu den Betoneigenschaften in Abhängigkeit von der beigemengten Abrasivgemisch-Menge sind abgeschlossen.
AP1.10/1.11:
Die Ermittlung einer geeigneten Betonmischung ohne organische Anteile ist erfolgt. Nächster Schritt ist die Umsetzung der Anwendung in einer realitätsnahen Umgebung, mit einem Aufbau, der reale Massenströme und Regelgrößen berücksichtigt.

b) Gemischseparation
AP2.3/2.4/2.5:
Es erfolgen gegenwärtig Versuche zur Ermittlung einer "Effizienzkurve", um eine sinnvolle Anzahl von Separationszyklen zu ermitteln. Ferner werden die beiden Teilverfahren a) Magnetabscheider und b) Aufströmklassierer separat und in Kombination erprobt, um Erkenntnisse zur Leistungsfähigkeit des Verfahrens zu erlangen.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1.10/1.11:
Die wesentliche zukünftige Aufgabe im Bereich "Betonverfüllung" wird sein, die bisher anhand von Beprobung und Versuchen in kleinem Maßstab gewonnen Erkenntnisse umzusetzen. Um die Anwendbarkeit des Verfahrens unter realen Bedingungen zu simulieren - und letztlich zu belegen - ist es nun erforderlich, das Betonierverfahren sowie den Betonierprozess mit real variierenden Parametern in einem Versuchsaufbau realer Größe, und mit realen Betonvolumina umzusetzen. Dazu plant das Projektteam aus AREVA und KIT die Anschaffung einer Beton-Mischeinheit, die aus dem Projektanteil der AREVA finanziert werden soll. AREVA befindet sich mit Dr. Weigl (Projektträger) in Abstimmung betreffend der erforderlichen Umwidmung von Fördermitteln. Gemeinsam mit dem KIT wurde dem Projektträger bereits ein Vorschlag zum weiteren Vorgehen vorgestellt.
AP2.5:
Unter Verwendung der Versuchsvorrichtung soll die gewählte Verfahrenskombination erprobt werden. Dabei werden Kenntnisse zur Anwendbarkeit gesammelt sowie bei Bedarf der Anwendungsprozess optimiert und seine Effizienz gesteigert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Es wurde eine Präsentation und eine Veröffentlichung zum Projektfortschritt beim der KONTEC ´13 und dem ENYGF ´13 (European Nuclear Young Generation Forum) in Stockholm unter Leitung des KIT gehalten (AREVA als Co-Autor).

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe	**Förderkennzeichen:** **02 S 8871**
Vorhabensbezeichnung: Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2011 bis 30.06.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 667.088,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Gentes

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Eine Zerlegetechnik, die beim Rückbau kerntechnischer Anlagen eingesetzt wird, ist das Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidverfahren (WASS). Bei diesem Verfahren, mit dem z. B. Reaktor-Druckbehälter (RDB) und zugehörige RDB-Einbauten fachgerecht rückgebaut werden, werden Wasser und ein Abrasivmittel gemeinsam mit Druck beaufschlagt und zur Durchtrennung der Komponentenstrukturen eingesetzt. Beim Durchtrennen entsteht durch die Mitnahme von Schnittfugenmaterial in der Suspension ein Gemisch aus Wasser, Abrasivmittel und kontaminiertem metallischen Material.

Das Vorhaben beinhaltet verschiedene Lösungsansätze, die Bestandteile des Gemisches entweder als Beimischung bei der Betonverfüllung zu verarbeiten oder die Bestandteile durch Separation zu trennen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1.1: Festlegung der Zielparameter Vergussbeton
AP1.2: Bereitstellung eines Mustergemisches
AP1.3: Untersuchung der Gemischeigenschaften
AP1.4: Auswahl eines Mischverfahrens und Mischungsentwicklung
AP1.5: Rechnerische Bestimmung der Radioaktivität im entwickelten Vergussbeton
AP1.6: Durchführung von Technikumsexperimenten (Betonproben) am Standardgemisch
AP1.7: Auswertung des Standardgemisches
AP1.8: Bereitstellung eines Mustergemisches für Optimierungsversuche
AP1.9: Optimierung des Gemisches
AP1.10: Durchführung von Technikumsexperimenten (Betonproben) zur Optimierung
AP1.11: Auswertung des optimierten Gemisches
AP1.12: Dokumentation und Präsentation

AP2.1: Auswahl geeigneter Separationsverfahren
AP2.2: Bereitstellung eines Mustergemisches
AP2.3: Separationsversuche
AP2.4: Vergleich und Bewertung der Versuche
AP2.5: Auswahl des bestgeeigneten Verfahrens
AP2.6: Realisierung eines produktreifen Prototyps
AP2.7: Dokumentation der Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Arbeitspaket 1.9 und 1.10: Optimierung des Gemisches / Durchführung von Technikumsexperimenten
Zur Optimierung des Gemisches hinsichtlich einer maximalen Sättigung des Betons mit Abrasivmittel-Schnittfugenmaterial-Gemisch wurde der Gehalt des Abrasivgemischs in diversen Versuchsreihen unter Verwendung der entwickelten Grundmischung sukzessive gesteigert. Dabei wurde festgestellt, dass insbesondere die Frischbetoneigenschaften mit zunehmendem Anteil an Abrasivgemisch im Beton negativ beeinflusst werden.
Zur Verifizierung der Praxistauglichkeit des Betons wurden außerdem Experimente bei gleichbleibenden Mischungsverhältnissen mit verringertem Gehalt an Abrasivgemisch im Beton, bis hin zum kompletten Verzicht,

durchgeführt und dabei festgestellt, dass die Betoneigenschaften trotz dieser signifikanten Veränderung in der Zusammensetzung dennoch die geforderten Anforderungen erfüllen.
Weiterhin wurden umfangreiche Gespräche mit Anbietern von misch- und fördertechnischen Geräten geführt und die Grundlagen für die Entwicklung einer Demonstratoranlage erarbeitet. Die Betonrezepturen werden derzeit auf die grundlegenden Erfordernisse der Anlagentechnik angepasst. Erste Pläne für den Aufbau einer Demonstratoranlage liegen inzwischen vor und werden derzeit geprüft.

Arbeitspakete 2.3 und 2.4: Separationsversuche / Vergleich und Bewertung der Versuche
In den Arbeitspaketen 2.3 und 2.4 wurde gezeigt, dass die Fraktionen in der Mischung des Abrasivproduktes unterschiedliche Partikelgrößen besitzen und dass daraus unterschiedliche Sinkgeschwindigkeiten resultieren. Durch diese Erkenntnisse konnte nun gezeigt werden, dass eine Grobsortierung der Partikelfraktionen über eine aufrecht gerichtete Strömung erreicht werden kann. Mit dem aufgebauten Suspensions-Kreislauf mit integriertem Magnetabscheider konnte des Weiteren gezeigt werden, dass durch das sehr starke angewendete Magnetfeld, die Edelstahlpartikel durchaus mit einem Magneten abgetrennt werden können. Damit resultiert die Möglichkeit einer Feinsortierung mithilfe eines Durchflussmagnetfilters. Die Kombination dieser beiden Eigenschaften in einem Systemkreislauf wird momentan als das am besten geeignete Separationsverfahren angesehen. Es erfolgte die erste Optimierung des aufgebauten Suspensionskreislaufes, indem die Strukturen der Halterung des Suspensionsmischers überarbeitet bzw. neu konstruiert wurden. Mit der neuen Struktur wird die Anforderung erfüllt, die hohen Kräfte im Mischerstrang aufnehmen zu können.

4. Geplante Weiterarbeiten

Arbeitspaket 1.10 und 1.11: Durchführung von Technikumsexperimenten / Auswertung des optimierten Gemischs
Die praxistaugliche Umsetzung der Betonherstellung erfordert die Anpassung der Grundmischung zugunsten einer lieferfähigen Alternative. Dazu ist es notwendig mit Trockenbetonherstellern eine Kompromisslösung für die Zusammensetzung der Grundmischung zu finden, die sowohl in der Praxis mit geringem Aufwand herzustellen ist, als auch in ihrer Zusammensetzung der im Labor entwickelten Grundmischung möglichst nahe kommt.
Dazu werden weitere experimentelle Untersuchungen im Hinblick auf die Mischungsentwicklung notwendig.
Die so entwickelte Grundmischung kann dann nach erfolgter Auswertung der generellen Eigenschaften in der Praxis eingesetzt werden.

Arbeitspaket 2.5 und 2.6: Auswahl des Bestgeeigneten Verfahrens und Realisierung eines produktreifen Prototyps
Die Kombination einer Grobsortierung mittels eines Aufstromklassierers und die anschließende Feinklassierung anhand des Magnetabscheiders wird im Folgenden über den aufgebauten Suspensionskreislauf realisiert. Dabei wird die Grobsortierung mit einer gezielten Steuerung des eingesetzten Suspensionsmischers erzeugt und die Feinklassierung anhand des eingesetzten Magnetfilters erreicht. Hierzu werden weitere Optimierungen an dem Kreislauf nötig sein, besonders mit dem Hinblick auf die Realisierung des geplanten produktreifen Prototyps.

5. Berichte, Veröffentlichungen

M. Brandauer, A. Stifi, P. Kern, A. Aminy, S. Gentes; „Decommissioning of Nuclear Facilities – The Major Phase Out Undertaking in Germany“, Paper, ICET 2013, Wuhan;
Brandauer, M.; Haist, M.; Eckhardt, J.-D.; Bruhn, J. H.; Arnold, U.; Müller, H. S.; Gentes, S.: „Separation von Sekundärabfall aus der Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidetechnik“, Paper, KONTEC 2013, Dresden;
M. Brandauer, M. Haist, J.-D.Eckhardt, J. H. Bruhn, H. S. Müller, S. Gentes: „Waste treatment in the decommissioning of nuclear facilities”, Paper, ENYGF 2013, Stockholm;
Es wurden Vorträge zum Stand des Forschungsvorhabens auf der ICET 2013, KONTEC 2013, ENYGF 2013 sowie „Physical Separation Conference 2013“ in Cornwall gehalten. Auf der KONTEC 2013 wurde zusätzlich ein Poster ausgestellt.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe	**Förderkennzeichen:** **02 S 8881**
Vorhabensbezeichnung: Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2011 bis 31.08.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.039.254,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Wörn

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufbauend auf dem Projekt MANOLA (Manipulator gesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie) soll ein neuartiger Arbeitskopf zum Freimessen von Oberflächen entwickelt sowie ein Navigations-Algorithmus inkl. Bahnplanung und Steuerung aufgebaut werden. Das Manipulatorsystem MANOLA, das für Dekontaminationsarbeiten eingesetzt werden kann, soll mit einem neuartigen Arbeitskopf ausgerüstet werden, wodurch ein automatisiertes Freimessen von Oberflächen möglich ist. Der Manipulator soll sich völlig autark an Oberflächen bewegen können. Die zu bearbeitende Fläche soll über Sensoren vermessen und anschließend optimal abgefahren werden. Hierfür soll ein Navigations-Algorithmus inkl. Modellbildung erstellt werden, um mit der dazugehörigen Steuerung eine optimale Bahnplanung für den Manipulator zu erhalten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1 (IPR): Integration neuer Hardware-Komponenten
AP2 (IPR): Umweltmodell-Generierung und Exploration
AP3 (IPR): Lokalisierung
AP4 (IPR): Bahnplanung mit Randbedingungen
AP5 (IPR): Visualisierung und interaktive Planung
AP6 (IPR): Steuerung
AP7 (IPR): Evaluation der Algorithmen

AP1 (TMB): Analyse von Störfaktoren / Grundlagenuntersuchungen
AP2 (TMB): Bewegungsabläufe des Manipulators / Bahnplanung mit Randbedingungen
AP3 (TMB): Entwicklung und Untersuchung eines Schnellkuppelsystems
AP4 (TMB): Konstruktion des Arbeitskopfes und automatisierte Datenverarbeitung
AP5 (TMB): FuE zur Messplattenausbildung am Arbeitskopf, Universelle Ausbildung & Kinematik
AP6 (TMB): Schnittstelle / Steuerung Manipulator und Steuerung Arbeitskopf
AP7 (TMB): Teststand & Testfeld / Testphase

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden am IPR folgende Arbeiten durchgeführt:
Für die Evaluation der in AP2 entwickelten Algorithmen zur effizienten Generierung eines geeigneten Umweltmodells wurden in einer realen Anlage 3D-Scans durchgeführt, die bisher nicht berücksichtigte Störfaktoren aufzeigten. Die Arbeiten in AP2 wurden daher mit der Optimierung für große 3D-Datenmengen und stark strukturierte Umgebungen fortgesetzt. Innerhalb von AP4 wurde mit der abschließenden Evaluation und Optimierung der Bahnplanungsverfahren begonnen. Im Rahmen von AP3 wurden Untersuchungen zur Lokalisierung im Umweltmodell vorgenommen, so dass eine optimale Positionierung der Laserscanner von Manipulator und Transportwagen gewährleistet ist.

Im Berichtszeitraum wurden am TMB folgende Arbeiten durchgeführt:
Zusammen mit dem Kooperationspartner wurde eine Begehung einer im Rückbau befindlichen Anlage zur Ermittlung von Störfaktoren beim Freimessen durchgeführt. Der Neubau der Aufnahmevorrichtung für den Manipulator am Transportwagen innerhalb AP3 ist erfolgt. Abhängig von der Bearbeitung bzw. der Ergebnisse von AP4 sowie AP5 muss diese evtl. weiter optimiert werden. Innerhalb von AP5 wurde ein Alpha-Beta-Szintillationsdetektor mit fünf effektiven Messflächen entwickelt. Um den Detektor mit handelsüblichen Geräten vergleichen zu können, wurde eine Mittelungsfläche von 300 cm^2 umgesetzt: Der Detektor besitzt eine große Stirnfläche (100 cm^2) sowie vier kleinere Seitenflächen (je 50 cm^2). Hauptaugenmerk liegt dabei auf einer effektiven „flächigen“ Messung durch den Manipulator. Das Messen der radiologischen Belastung in Eckbereichen ist mit Hilfe der Seitenflächen möglich. Mit diesem Detektor wurden innerhalb von AP4 erste Impulsratenmessungen an verschiedenen umschlossenen, radioaktiven Referenzstrahlern durchgeführt. Eine endgültige Kalibrierung sowie Wirkungsgradbestimmung steht noch aus. Erste Arbeiten zur Verarbeitung der mit dem Detektor gemessenen Daten sind erfolgt. Währenddessen wurde der Saugplattenteststand mit zusätzlichen Sensoren ausgestattet und weiter optimiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Am IPR werden AP2 und AP4 im folgenden Berichtszeitraum abgeschlossen. Begleitend dazu wird die Visualisierung und Interaktion in AP5 weiter fortgeführt. Der Schwerpunkt der Weiterarbeiten wird auf der Lokalisierung des Manipulators und Transportwagens im Umweltmodell im Rahmen von AP3 liegen. Innerhalb des AP6 wird die vollständige Anbindung des Roboters an den Leitstand angestrebt.

Am TMB werden im folgenden Berichtszeitraum voraussichtlich die Arbeiten innerhalb von AP3 abgeschlossen. In AP4 werden weitere Messungen an unterschiedlichen umschlossenen, radioaktiven Präparaten mit dem Detektor erfolgen. Zusätzlich soll eine Kalibrierung bzw. eine Wirkungsgradbestimmung des Detektors erfolgen. Weiterhin werden in AP4 weitere Sensoren in den Arbeitskopf integriert. Die Arbeiten zur Verarbeitung der mit dem Arbeitskopf gemessenen Daten werden weitergeführt. Der Saugplattenteststand wird weiter optimiert. Anschließend werden Testreihen zur Kraftübertragung an den Vakuumsaugplatten durchgeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Poster-Präsentation, KONTEC 2013, Dresden

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden	**Förderkennzeichen:** **02 S 8891**
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2011 bis 30.09.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 583.616,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Hurtado

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Projekts sind Grundlagenuntersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von PCB-haltigen Schutzlacken durch Lasertechnologie. Durch die sehr hohen durch Laserstrahlung erzeugbaren Temperaturen ist es möglich, diese Lacke von Oberflächen abzutragen und dabei chemisch zu zersetzen. Durch geeignete Prozessführung kann eine parasitäre Bildung toxischer Reaktionsprodukte, wie Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) vermieden werden, so dass Abtrag und Neutralisierung der toxischen Stoffe in einem Arbeitsschritt erfolgen. Als Verbundpartner agiert die TU Bergakademie Freiberg, die mit der Entwicklung eines LIF-Verfahrens (Laserinduzierte Fluoreszenz) für den Nachweis der PCB und der toxischen Folgestoffe zum ersten Mal ein Echtzeit-Messsystem für diese chemischen Reaktionen entwickelt, so dass eine unmittelbare Prozessoptimierung realisiert werden kann.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP DD-1: Literaturrecherche zur PCB/PCDD/F-Problematik, zur Möglichkeit, PCB/PCDD/F in Filtersystemen zurückzuhalten sowie zum Einsatz von Katalysatoren zur Hemmung der Bildung von PCB/PCDD/F bzw. zum verstärkten Abbau dieser Produkte: Recherche zu PCB und möglichen Reaktionsprodukten zur Abschätzung des Gefährdungspotentials, Auslegung der Filtersysteme und Analyse der Möglichkeiten zur Vermeidung/Reduzierung von PCB und PCDD/F im technologischen Prozess
AP DD-2: Konzeption der Versuchsanlage zur Laserdekontamination PCB-haltiger Lackschichten
AP DD-3: Realisierung der Versuchsanlage, einschließlich der erforderlichen Peripherie, wie Filter-, Absauganlage und Analytik
AP DD-4: Durchführung der Experimente, Optimierung des Prozesses
AP DD-5: Großflächiger Demonstrationsversuch
AP DD-6: Erstellung des Abschlussberichtes

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

(Arbeitspaket DD-1) Die Literaturrecherche gibt grundlegende Erkenntnisse zu Polychlorierten Biphenylen (PCB) und deren thermischer Zersetzung, wie auch zu möglichen Rekombinationsreaktionen. Betrachtet wird die Bildung von Polychlorierten Dioxinen (PCDD) im Temperaturbereich von 600 °C bis 800 °C nach dem Präkursormodell und Polychlorierten Furanen (PCDF) im Temperaturbereich von 250 °C bis 500 °C durch die De-novo-Synthese. Hier sind konservativ Temperaturbereiche aus den verschiedenen Literaturquellen abgeleitet worden, die durch Versuche (Arbeitspaket DD-4) konkretisiert werden. Ausgehend von der Literatur ist das Gefährdungspotential des PCB-Inventars kerntechnischer Anlagen als sehr hoch einzustufen. Die dazu notwendigen Berechnungsmodelle und Daten sind recherchiert worden. Entsprechend sind für die Experimente Filter und Katalysator zur Rückhaltung der potenziell entstehenden Stoffe bestimmt worden. Zur Optimierung des Laserabtragprozesses und der gewünschten größtmöglichen Zersetzung der PCB sind verschiedene Möglichkeiten zur Vermeidung und Reduzierung der PCB und PCDD/F ermittelt

worden, die im weiteren Projektverlauf getestet werden. Für eine schnelle Gefahrenerkennung bei Versuchen mit PCB-haltigen Materialien sind Schnelltests ermittelt worden. Zudem fand eine Recherche und Auswertung zum Stand von Wissenschaft und Technik der Laserdekontamination statt.
(Arbeitspaket DD-2) Die Versuchsanlage zur Laserdekontamination PCB-haltiger Lackschichten wurde auf Basis der unter DD-1 ermittelten Sicherheitsbestimmungen und Vorschriften konzipiert. Ein Drei-Barrieren-System zur Rückhaltung chemisch-toxischer Stoffe, bestehend aus dem Laser-Arbeitskopf (VORATOR), einer Sicherheitsbox und einer Einhausung, ist im Detail geplant und ist fertiggestellt (DD-3). Bei der Konstruktion des VORATOR sind viele Erkenntnisse der Vorgängerprojekte (LASABA und MANOLA) eingeflossen. Zudem wurde für ein breites Spektrum an Parametervariationen eine einfache Demontage und Austauschbarkeit der Bauteile realisiert. Der Prozess des Laserabtrags von Lack wurde mit COMSOL Multiphysics, das Strömungsverhalten im VORATOR mit ANSYS CFX simuliert. Die Konzeption der Versuchsanlage ist von der Arbeitssicherheit der TU Dresden bewilligt worden.
(Arbeitspaket DD-3) Entsprechend der Konzeption des Arbeitspaketes DD-2 wurde die Versuchsanlage, einschließlich der erforderlichen Peripherie, wie Filter-, Absauganlage und Analytik errichtet. Die drei Barrieren Einhausung, Sicherheitsbox und VORATOR wurden in Betrieb gesetzt und sind durch Inbetriebnahmeversuche auf ihre Funktion geprüft worden.
(Arbeitspaket DD-4) Betonproben verschiedener Qualitäten (quarzitisch, kalzitisch, 1:1 Mischbetone) sind in einem Carbonatisierungsofen künstlich auf ein äquivalentes Alter von 30 Jahren gealtert und anschließend mit Epoxydharzlack repräsentativer Dicken beschichtet worden. Vorangehende Analysen ergaben die Komponenten des eingesetzten Epoxidharzlacks und die Verbrennungsprodukte bei konventioneller Verbrennung und mit unterschiedlichen Laserintenisäten. Zudem wurden die Aktivierungsenergie zur Lackverbrennung sowie die optische Eigenschaften des Lackes ermittelt. Vier Versuchsregime zum Abtrag epoxidharzbeschichteter Probensteine mittels Laserstrahlung haben folgende Ergebnisse generiert: Temperaturprofile im VORATOR, Oberflächenstrukturanalysen und Abtragvolumina sowie Zünd- und Brennverhalten des Lackes unter Laserstrahlung. Der Dekontaminationsprozess wurde bereits im Rahmen der Versuchsregime optimiert, so dass eine reproduzierbare Oberflächendekontamination gewährleistet ist. Derzeit finden eine Optimierung des thermischen Quenchings sowie eine Adaption eines konventionellen PCB- und PCDD/F-Probenahmeverfahrens statt. Die Experimentaldaten ermöglichen eine Verfeinerung der FEM-Modellierung der Laserdekontamination mittels COMSOL Multiphysics. Die Simulation dient der Extra- und Interpolation der Versuchsergebnisse.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Optimierung des thermischen Quenchings
- Weiterentwicklung der COMSOL-Simulation
- Vorbereitung für Versuche mit PCB-haltigen Lacken
- Einbringen eines qualitativen Schnelltests zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit
- Adaption einer konventionellen Abgasbeprobung auf PCB/PCDD/F
- Vorbereitung der experimentellen Kopplung der Versuchsanlage mit der vom Projektpartner TU Bergakademie Freiberg entwickelten Messtechnik.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Decontamination of Paint-Coated Concrete in Nuclear Plants Using Laser Technology, A. Anthofer, W. Lippmann, A. Hurtado, Annual Meeting on Nuclear Technology 2013, Berlin 2013
Laser Technology for Ablation of Radioactive and Chemical-Toxic Contamination for Dismantling of Nuclear Plants, A. Anthofer, O. Peise, W. Lippmann, S. Voß, D. Trimis, A. Hurtado, KONTEC 2013, Dresden 2013
Laser Decontamination of Paint Coated Concrete in Nuclear Plants, A. Anthofer, W. Lippmann, A. Hurtado, ICONE 21, Chendu, China 2013, (Status: eingereicht und akzeptiert)
Laser Decontamination of Epoxy Painted Concrete Surfaces in Nuclear Plants, A. Anthofer, W. Lippmann, A. Hurtado, Journal of Optics & Laser Technology, (Status: eingereicht)

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 6, 09599 Freiberg	**Förderkennzeichen:** **02 S 8901**
Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2011 bis 30.09.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 335.487,90 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. Trimis

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Gesamtprojekts sind Grundlagenuntersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von PCB-haltigen Schutzlacken durch Lasertechnologie. Durch die dabei entstehenden sehr hohen Temperaturen ist es möglich, diese Lacke von Oberflächen abzutragen und dabei chemisch zu zersetzen. Durch eine optimierte Auswahl der Prozessparameter kann dabei die ungewünschte Bildung toxischer Nebenprodukte, wie polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF) vermieden werden. Der Abtrag der Lackschicht sowie die Zerstörung der toxischen Stoffe erfolgt somit in einem Arbeitsschritt. Zur Überwachung der Zerstörung der chlorierten Lackbestandteile wird an der TU Bergakademie Freiberg ein Verfahren entwickelt, welches auf der Basis laserinduzierter Fluoreszenz (LIF) dem Echtzeitnachweis des beim thermischen Abbau entstehenden CCl- Radikals als Abbaukriterium hochmolekularer chlorierter Verbindungen dient. Auf dieser Grundlage soll in Zusammenarbeit mit der TU Dresden die Optimierung des Gesamtprozesses realisiert werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP FG-1: Entwicklung eines geeigneten Messverfahrens für PCB/PCDD/-F und Reaktionsradikale
AP FG-2: Konzeption und Aufbau des Teststandes
AP FG-3: Untersuchungen zur Nachweisführung der Hauptreaktionsprodukte
AP FG-4: Untersuchungen zur Nachweisführung der Minoritätenspezies
AP FG-5: Optimierung der Reaktionsführung des Laserabtragverfahrens sowie der Strömungsführung
AP FG-6: Erstellung des Abschlussberichtes

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Der Versuchsstand zur Entwicklung des CCl-LIF-Verfahrens, bestehend aus Diffusionsbrenner, Dosier- und Verdampfungssystem für Dichlormethan, entsprechend ausgelegten Adsorbentien sowie Systemen zur Raumluftüberwachung für die Einsatz- und Reaktionsprodukte wurde optimiert und an das LIF-Messsystem angepasst. Umfangreiche Messungen der planaren OH-Verteilung mittels LIF zeigen eine hohe Reproduzierbarkeit über den gesamten Betriebsbereich des Modellbrenners. Somit eignet sich der Versuchsaufbau für die geplante Entwicklung des CCl-LIFs.
Die Messungen mit einer Substitution von Methan durch Dichlormethan führen bis rund 39 vol.-% zu einer stabilen Verbrennung. Ab 40 vol.-% verlischt die Flamme. Im Bereich bis 39 vol.-% Dichlormethan bewirken steigende Konzentrationen eine Kontraktion der OH-Zone in der Flamme, wobei mit steigender Konzentration einerseits der obere axiale Endpunkt der OH-Zone örtlich absinkt und es andererseits zum verstärkten Abheben der OH-Zone vom Brenneraustritt kommt. Die Gründe für dieses Verhalten sind in der verstärkten Aktivität von sich bildenden Chlorradikalen zu suchen, welche mit OH-Radikalen reagieren. Gleichermaßen führt die Substitution von Methan durch Dichlormethan zu einer generellen Verringerung der H-Atome in der Flamme, so dasss ein geringeres OH-Bildungspotential vorherrscht. Ein Einfluss der Dichlormethan-Konzentration auf diffusive Effekte kann bisher nicht festgestellt werden.
Nach der Charakterisierung der Flammenstruktur bei steigender Dichlormethan-Konzentration mittels OH-LIF ist der nächste und wichtigste Schritt die Detektion von CCl-Radikalen. Derzeitig werden Versuche unternommen, den Farbstofflaser auf die Anregungswellenlänge des CCl-Radikals bei rund 278 nm abzustimmen. Dafür werden drei Farbstoffe auf deren Laserintensität bei der notwendigen Wellenlänge getestet.
In Zusammenarbeit mit der TU Dresden wurden High-Speed-Chemilumineszenz-Aufnahmen des OH-Radikals am Abtragkopf für verschiedene Abtragparameter durchgeführt. Die so visualisierte Flammenfront während des Laserabtrages von Epoxydharzlackproben gibt wichtige Informationen zur Optimierung und Gestaltung des Abtragkopfes. Beispielsweise wurden Schwingungen der Reaktionszone auf Grund von thermoakustischen Effekten visualisiert, die nun durch Anpassungen der Strömungsführung vermieden werden können.
Erste Erkenntnisse und wesentliche Projektziele konnten auf der KONTEC 2013 in Dresden gemeinsam mit den Projektpartnern dem Fachpublikum vorgestellt werden. Im Juli wurde während einer Posterpräsentation auf dem European Combustion Meeting in Lund der Kontakt zur Forschungsgruppe aus Frankreich hergestellt, die wesentliche Vorarbeiten auf dem Gebiet des CCl-LIFs geleistet hat. Hieraus ergab sich der Hinweis, die Nachweisführung der CCl-Emission mittels eines Spektrometers zu ergänzen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Vergleichende Messung der laserinduzierten Fluoreszenz am Diffusionsbrennerversuchsstand mit dem Ziel der Detektion des CCl-Radikals
- Einbindung des Spektrometers in den Versuchsaufbau
- Begleitende Recherchen zu Reaktionsmechanismen chlorierter Kohlenwasserstoffe sowie deren LIF- Eigenschaften

5. Berichte, Veröffentlichungen

Peise, O. et al., KONTEC 2013, Dresden, Germany, March 2013
Peise, O. et al., European Combustion Meeting 2013, Lund, Sweden, June 2013

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
SAT Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms	**02 S 8911**
Vorhabensbezeichnung: Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2012 bis 31.12.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 283.000,00 EUR	**Projektleiter:** Büchler-Roder

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Auf die Ergebnisse des BMBF-geförderten Projektes „Neue Verfahrenstechniken zur Dekontamination und Probenahme in Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik“ der Firma SAT Kerntechnik GmbH aufbauend, ist das Gesamtziel dieses Projektes, das neue Vibrationsverfahren für Dekontamination von Rohrleitungen anhand eines Simulationsmodells nachzubilden, zu untersuchen und zu qualifizieren. Das Simulationsmodell wird für Rohrleitungen in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (kerntechnische und konventionelle Anlagen, Erdöl- und Erdgasförderung usw.) anpassbar und wiederverwendbar sein. Dieses Simulationsmodell wird durch Vergleiche mit Versuchsergebnissen an physikalischen Prototypen validiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Koordination und Dokumentation

AP2: Problemanalyse

AP3: Simulationsmodell

AP4: Nutzergerechte Schnittstellen

AP5: Validierung

AP6: Öffentlichkeitsarbeit und Verbreitung von Ergebnissen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Koordination und Dokumentation
Die Projekttreffen wurden regelmäßig alle zwei Monate mit den Projektbeteiligten, dem Institut für Informationsmanagement im Ingenieurwesen (IMI), Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) und SAT Kerntechnik durchgeführt.

AP2: Problemanalyse
Die Einflussfaktoren wurden mit TMB identifiziert und ihre Wertebereiche definiert.

AP3: Simulationsmodell
Beim IMI wurde geeignete CAD- und Simulations-Software ausgewählt. Es wurden verschiedene Mehrkörpersimulationen (MKS) mit dem Siemens NX 8 System und FEM mit der Software Creo Elements/Pro durchgeführt. Es wurden zusätzlich weitere Vergleiche zwischen Werkstattversuch und Simulation durchgeführt.

AP4: Nutzergerechte Schnittstellen
Die nutzergerechte Parametrisierung der Teilsimulationsmodelle wurde mit KIT diskutiert. Darüber hinaus wurde der Demonstrator zur visuellen und akustischen Wahrnehmung im LESC des IMIs vorgestellt. Zusätzlich wurde ein Framework zur visuellen dreidimensionalen Auswertung der FEM-Ergebnisse im LESC entwickelt und umgesetzt.

AP6: Öffentlichkeitsarbeit und Verbreitung von Ergebnissen
Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen der KONTEC 2013 mit einem Poster vorgestellt sowie auf einem Assistentenkolloquium der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGep)“ präsentiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1: Koordination und Dokumentation
Das nächste Projekttreffen ist für September 2013 geplant.

AP2: Problemanalyse
Sat Kerntechnik versucht Rohrstücke zu bekommen, um das strukturmechanische Verhalten der realen kontaminierten Probe zu untersuchen und diese TMB und IMI zur Verfügung zu stellen. Es ist geplant, die Versuche bei der FH-Jülich durchzuführen.

AP3: Simulationsmodell
Die Simulation wird mit der FEM und MKS Modellierung weiter durchgeführt.

AP4: Nutzergerechte Schnittstellen
Die nutzergerechten Schnittstellen werden weiterdiskutiert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Stifi, A., Kern, P., Aminy, A., Gentes, S. (2012): “Technology and Management for Decommissioning of Nuclear Facilities – A Report from Germany”, Beitrag im Transactions “End of Use”, European Nuclear Conference”, 9 - 12 December 2012, Manchester, UK.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe	**Förderkennzeichen:** **02 S 8921**
Vorhabensbezeichnung: Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2012 bis 31.12.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 876.840,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Dr. Ovtcharova

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Auf die Ergebnisse des BMBF-geförderten Projektes „Neue Verfahrenstechniken zur Dekontamination und Probenahme in Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik“ der Firma sat. Kerntechnik GmbH aufbauend, ist das Gesamtziel dieses Projektes, das neue Vibrationsverfahren für Dekontamination von Rohrleitungen anhand eines Simulationsmodells nachzubilden, zu untersuchen und zu qualifizieren. Das Simulationsmodell wird für Rohrleitungen in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (kerntechnische und konventionelle Anlagen, Erdöl- und Erdgasförderung usw.) anpassbar und wiederverwendbar sein. Dieses Simulationsmodell wird durch Vergleiche mit Versuchsergebnissen an physikalischen Prototypen validiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Koordination und Dokumentation

AP2: Problemanalyse

AP3: Simulationsmodell

AP4: Nutzergerechte Schnittstellen

AP5: Validierung

AP6: Öffentlichkeitsarbeit und Verbreitung von Ergebnissen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Im Rahmen des Projektes SimViDekont wurden regelmäßige Projekttreffen alle zwei Monate durchgeführt.

AP2: Die Einflussfaktoren wurden identifiziert, ihre Wertebereiche wurden definiert und in einer Liste für das Simulationsmodell zusammengefasst bzw. dokumentiert. Die mathematische Problembeschreibung wurde erfolgreich erfasst, eingeordnet und dokumentiert. Es wurde eine Probe der Ablagerungen an das FZ Jülich gesendet und auf mechanische sowie chemische Eigenschaften untersucht.

AP3: Es wurden Mehrkörpersimulationen (MKS) mit dem Siemens NX 8 System unterschiedlicher Geometrien durchgeführt und auf diesem Weg eine Idealgeometrie unter vorgegebenen Parametern und Randbedingungen ermittelt. Es wurden zusätzlich weitere Vergleiche zwischen Werkstattversuch und Simulation durchgeführt. Anhand dieses Vergleichs konnte das MKS Modell sehr genau den realen Gegebenheiten angepasst werden. Weiter wurde durch FEM Untersuchungen mit der Software Creo Elements/Pro ein Festigkeitsnachweis der gesamten Baugruppe erbracht. Zur Simulation der kontaminierten Ablagerungen wurde in dem Softwaresystem Abaqus ein bruchmechanisches nichtlineares FEM-Modell erzeugt.

AP4: Ein Demonstrator zur visuellen und akustischen Beurteilung wurde im LESC vorgestellt. Zusätzlich wurde ein Framework zur visuellen dreidimensionalen Auswertung der FEM-Ergebnisse im LESC entwickelt und umgesetzt.

AP6: Das Forschungsprojekt wurde im Rahmen der KONTEC 2013 mit einem Poster vorgestellt sowie auf einem Assistentenkolloquium der „Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) präsentiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1: Das nächste Projekttreffen des Gesamtkonsortiums ist für August/September 2013 geplant.

AP2: Im Rahmen der Werkstattversuche ist geplant, die Anordnung der Beschleunigungssensoren des Versuchsstandes mittels Laser-Scanning-Vibrometrie zu überprüfen und zu validieren. Ein geeigneter Anbieter des Verfahrens konnte ermittelt werden.

AP3: Die aus der Laboruntersuchung der Ablagerungen gewonnenen Erkenntnisse werden in die MKS- und FEM-Simulationen eingebunden, um die Modelle weiter der Realität anzupassen. Ferner werden die mechanischen Eigenschaften der Baugruppe weiter simulativ untersucht bzw. angepasst, mit dem Ziel eine Dauerfestigkeit des Systems nach der FKM-Richtlinie zu erreichen.

AP4: Ein weiteres wichtiges Vorhaben ist das Erzeugen einer nutzergerechten Schnittstelle, um die gewonnenen Erkenntnisse zu präsentieren oder zu validieren sowie interessierten Personen verfügbar zu machen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Stifi, A., Kern, P., Aminy, A., Gentes, S. (2012). “Technology and Management for Decommissioning of Nuclear Facilities – A Report from Germany”, Beitrag im Transactions “End of Use”, European Nuclear Conference”, 9 -12 December 2012, Manchester, United Kingdom

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München	**02 S 9001**
Vorhabensbezeichnung: Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des Nuklidinventars in bituminierten Abfallgebinden	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2012 bis 28.02.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 681.996,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Lierse von Gostomski

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Für die Deklaration des Nuklid-Inventars von bituminierten Abfällen existieren derzeit standardisierte Probennahme-, Aufschluss- und Analyseverfahren, wie dies für andere Matrizes, z. B. zementierte Harze und Schlämme, der Fall ist.
Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Verfahrens zur zerstörenden Probennahme mit anschließender Radionuklid-Bestimmung zur Aktivitätsdeklaration von bituminierten Abfällen. Die qualitativen und quantitativen Ergebnisse aus zerstörungsfreien Messverfahren (segmentiertes Gamma-Scanning in Verbindung mit Digitaler Radiographie und Gamma-Transmissions-Computertomographie) werden mit Resultaten aus zerstörenden Analysen verglichen.
Das Vorhaben beinhaltet:

- die Entwicklung eines routinemäßig einsetzbaren Verfahrens zur Probennahme bituminierter 200-L-Abfallgebinde, beispielhaft angewendet auf bis zu 8 reale Fässer,
- die Entwicklung zerstörender Behandlungs- und Präparationsmethoden für die entnommenen Bitumenproben zur Analyse auf:
  - Alpha-Strahler, z. B. Pu-, Am- und Cm-Isotope,
  - Beta/Gamma-Strahler, z. B. Co-60, Cs-137,
  - reine Beta-Strahler, z. B. Sr-90, Tc-99,
- den Vergleich der Untersuchungsergebnisse aus zerstörungsfreien und zerstörenden Messverfahren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Bestandsaufnahme und Literaturrecherche
AP2: Zerstörungsfreie Untersuchung ausgewählter, realer Abfallgebinde
AP3: Definition einer “aktiven“ und “inaktiven“ Bitumen-Modellmatrix
AP4: Entwicklung eines zerstörenden Probennahmeverfahrens
AP5: Entwicklung eines thermischen Aufschlussverfahrens
AP6: Adaption einer Pyrolysekammer
AP7: Optimierung des Aufschlussverfahrens
AP8: Aufschluss und Analyse realer Proben
AP9: Auswertung, Vergleich und Bericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtzeitraum wurden die entwickelten Methoden zur Probennahme (AP4) und thermischer Auftrennung (AP5) auf ihre Anwendbarkeit hin geprüft. Somit wurde festgestellt, welche Optimierungen noch notwendig sind.
Für die Probennahme (AP4) wurde von dem ersten Grundgedanken, das Bitumen mit Wärme vorzubehandeln, Abschied genommen. Anstelle der Bitumen-Matrix werden nun die eingesetzten Probennahme-Instrumente erwärmt. Ein System, welches aus einem Proben- und einem Opferrohr besteht, wurde hierfür entwickelt. Das Probenrohr wird dem Opferrohr umgeben. Dieses gewährleistet, da es den unmittelbaren Kontakt zum Bitumen verhindert, eine einfachere Entnahme. Da das Opferrohr von der Länge her kürzer als das Probenrohr ist, kann es ohne Bedenken im Abfallgebinde verbleiben. Beide Rohre sind miteinander gekoppelt und an zwei Elektroden angeschlossen. Das Prinzip der Widerstandsheizung findet in diesem Verfahren Anwendung. Hierbei wird im Kurzschlussbetrieb eine Temperatur von ungefähr 80 °C erreicht. Es erfolgte eine Probenkern-Entnahme mit einer Länge von ungefähr 60 cm und einem Durchmesser von 3 cm.
Für die thermische Auftrennung (AP5) wurde ein Verfahren, welches aus zwei aufeinanderfolgenden Rohrofen-Systemen besteht, eingesetzt. Zunächst erfolgt im Pyrolyse-Ofen unter Stickstoff-Atmosphäre die thermische Zersetzung der Bitumen-Probe und anschließend unter Luft (Druckluft) die Verbrennung. Die Pyrolysegase werden im Katalysator-/Nachverbrennungs-Ofen oxidiert und die leichtflüchtigen Nuklide in den Waschflaschen, die auf die Rohr-Öfen folgen, eingefangen. Erste Anwendungen mit inaktiven Bitumen-Proben dienten zur Einstellung der erforderlichen Temperatur und Gaszusammensetzung und zur Ermittlung der einsetzbaren Probenmenge. Dabei stellte sich heraus, dass die maximal einsetzbare Probenmenge nur ca. 0,5 g beträgt. Aus diesem Grund ist dieses System für Arbeiten in der Routine nur bedingt geeignet. Allerdings kann dieses Verfahren für die Analytik eventuell vorhandener leichtflüchtigen Nuklide eingesetzt werden.
Größere Mengen an Bitumen wurden nebenher im Muffelofen bearbeitet. Die dabei ermittelte Probenmenge, die maximal eingesetzt werden kann, beträgt ca. 6,5 g.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im nächsten Arbeitsschritt wird das Verfahren zur Probennahme (AP4) auf reale, aktive Abfallgebinde übertragen. Hierfür finden im Moment die erforderlichen Vorbereitungen statt. Es wird dabei auch versucht, die Handhabung zu vereinfachen, die Beprobungsdauer zu verkürzen und die Flexibilität des Systems zu erhöhen. Als Alternative wird der Einsatz eines Schlangenbohrers untersucht. Der eingesetzte Bohrer wird dabei ein hohes Drehmoment und gleichzeitig eine geringe Umdrehungszahl aufweisen.
Nebenher wird weiterhin an der thermischen Auftrennung (AP5) gearbeitet. Nun wird überprüft, ob es während der Veraschung im Muffelofen zu Aktivitäts-Austragungen kommt und welche sich anschließenden Aufschlussmethoden in Frage kommen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen	**Förderkennzeichen:** **02 S 9012A**
Vorhabensbezeichnung: Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe (RaChaG)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2012 bis 31.12.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 246.468,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Thierfeld

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Vorgehensweisen zur radiologischen Charakterisierung und zur Bildung von Nuklidvektoren im Sinne von DIN 25457 für komplexe radiochemische Labore, wobei ein Programm zur Gebäudefreigabe unterstützend eingesetzt werden soll. Die Ergebnisse des Vorhabens sollen zur Kosteneinsparung bei Stilllegung und Rückbau derartiger Anlagen durch eine effektivere Abwicklung der Gebäudefreigabe beitragen.
Eine Zusammenarbeit besteht mit der Radiochemie München (RCM) der Technischen Universität München. Für die praktische Umsetzung wurden 6 Labore aus dem Hauptbau der RCM mit jeweils sehr unterschiedlicher Betriebshistorie (gehandhabte Radionuklide, Aktivitätshöhen) ausgewählt. Zwischen BS und der RCM wurde eine Kooperationsvereinbarung geschlossen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Erarbeitung von Grundlagen für die Bildung von Nuklidvektoren (NV) in komplexen radiochemischen Labors.
AP2: Adaptierung des Programms zur Unterstützung der Gebäudefreigabe für die Anwendung in der RCM.
AP3: Erarbeitung einer optimierten Beprobungsstrategie für die radiologische Charakterisierung der RCM.
AP4: Anwendung des Programms zur Unterstützung der Gebäudefreigabe für die Unterstützung bei der Beprobung.
AP5: Erarbeitung einer Vorgehensweise für die Bildung von Nuklidvektoren für die RCM.
AP6: Darstellung statistischer Messverfahren für die Gebäudefreigabe und Prüfung von deren Anwendbarkeit für die RCM.
AP7: Exemplarische Begleitung von Freigaben mittels des Programms zur Unterstützung der Gebäudefreigabe einschl. Erstellung der Dokumentation zur Freigabe.
AP8: Begleitung der Beräumung im Flachbau der RCM zwecks Überprüfung der Vorgehensweise und der Ergebnisse.
AP9: Dokumentation des Vorhabens.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Grundlagen zur Bildung von Nuklidvektoren (NV) gemäß in DIN 25457 (Messverfahren zur Freigabe) wurden zusammengestellt.
AP2: Für die ausgewählten 6 repräsentativen Labore des Hauptbaus der RCM (jew. mit deutlich unterschiedlicher Betriebshistorie) wurden bereits vorliegende Messungen im Programm zur Unterstützung der Gebäudefreigabe (RaChaG) eingepflegt und Messdaten sowie Nuklidvektor

(Am/Sr 50:50) für bewegliche Gegenstände aus der Beräumung wurden eingegeben. Messgeräte der RCM, die für Messungen im Rahmen der Freigabe der beweglichen Gegenstände verwendet wurden, sind in RaChaG eingepflegt (Berthold KoMo, 10-fach WT-Messplatz). Das Programm wurde zur Erstellung der Freigabedokumentation der bewegl. Gegenstände aus der Beräumung der Labore angepasst.

AP3: Für die ausgewählten Laborräume der RCM wurde die vollständige bekannte Betriebshistorie mit der RCM zusammengetragen. Beprobungsorte wurden (wie im letzten Bericht beschrieben) festgelegt. Beprobungen und insbesondere Direktmessungen wurden bereits durchgeführt, es konnten allerdings noch nicht alle Beprobungen realisiert werden, da noch nicht alle Labore ausreichend weit beräumt werden konnten (Labore E14, E16 und E18 sind mittlerweile weitestgehend von beweglichen Gegenständen befreit, so dasss eine Probenahme dort durchgeführt werden kann). Die folgenden Radionuklide wurden in den untersuchten Räumen identifiziert bzw. müssen aufgrund der Betriebshistorie in bestimmten Bereichen unterstellt werden: Sr/Y-90, C-14, Cs-137, Eu-152, Eu-153, Ba-133, Cd-109, Pa-231, Pa-234m, Ac-228, Ra-226, U-235, U-238, Am-241. Als Probenentnahmetechniken wurden bei Holz Aussägen und Raspeln sowie bei anderen Materialien Materialprobenentnahme angewendet. Bewegliche Gegenstände mit erhöhten Impulsraten wurden auf Radionuklide untersucht und es erfolgte eine Prüfung mittels einer großen Zahl von Wischtests (WT), ob abwischbare Kontamination vorliegt. Durch Auswertung im WT-Messplatz und anschließend in der Gammaspektrometrie sowie anschließende Analyse in LSC konnte u. a. der Ausschluss von radiologisch relevanten Sondernukliden wie Pa-231 erfolgen.

AP4: Messungen an auffälligen Bereichen der Labore wurden durchgeführt und die Ergebnisse in RaChaG eingegeben. Anhand der Ergebnisse wurden mit RaChaG relevante Beprobungsstellen ausgewählt und beprobt. Ergebnisse sind zum Teil bereits vorhanden (s. Nuklidliste oben). Erstellung einer automatischen Dokumentation der Messungen für die Freigabe.

AP5: Zur Vorgehensweise zur Bildung von Nuklidvektoren bei der Beräumung von beweglichen Gegenständen wurde ein Verfahren entwickelt, das auf der Annahme einer konservativen Nuklidzusammensetzung der Kontamination (Alpha- und Beta-Strahler, Am-241 / Sr-90) beruht und den Ausschluss von radiologisch relevanten Sondernukliden mit niedrigere Freigabewerten per Probenanalyse führt. Hierdurch konnten die Grundlagen für ein Freigabeverfahren bei der Beräumung von beweglichen Gegenständen gelegt werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Da der Neubau der RCM nicht wie geplant bereits fertiggestellt werden konnte, verzögert sich der Umzug der bestehenden Labore aus dem Haupt- und dem Flachbau erheblich. Die für dieses Vorhaben ausgewählten Räume wurden dennoch im 1. Quartal 2013 soweit vorbereitet, dass Messungen am festen Inventar sowie an der Gebäudestruktur erfolgen konnten.
Die Weiterarbeit im 2. Halbjahr 2013 wird sich daher zunächst auf den Abschluss der Auswertung der bereits vorliegenden Beprobungs- und Messergebnisse in den ausgewählten Laborräumen (AP3) und deren Übertragung ins Programm RaChaG (AP4) erstrecken. Durch die Beräumung der Labore, die für das Forschungsvorhaben ausgewählt wurden, sind eine vollflächige Messung der vorhandenen Flächen und zerstörende Probenahme möglich. Erarbeitete Verfahren zur optimierten Beprobungsstrategie können dann umgesetzt und überprüft werden.
Der Abschluss der theoretischen Arbeiten zur Bildung von Nuklidvektoren unter Berücksichtigung der bereits vorliegenden Erkenntnisse (AP5, s. Abschn. 3) ist bis Ende 2013 geplant. Ferner werden die Vorarbeiten im Hinblick auf die Durchführung von AP6 bis Ende 2013 abgeschlossen werden können.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Auf der KONTEC 2013 wurde das Poster der RCM unterstützt:
Ch. Barkhausen, Ch. Lierse v. Gostomski: Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe („RaChaG“)

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München	**02 S 9012B**
Vorhabensbezeichnung: Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe (RaChaG)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2012 bis 31.12.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 616.296,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Lierse von Gostomski

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Vorgehensweisen zur radiologischen Charakterisierung und zur Bildung von Nuklidvektoren im Sinne von DIN 25457 für komplexe radiochemische Labore, wobei ein Programm zur Gebäudefreigabe unterstützend eingesetzt werden soll. Die Ergebnisse des Vorhabens sollen zur Kosteneinsparung bei Stilllegung und Rückbau derartiger Anlagen durch eine effektivere Abwicklung der Gebäudefreigabe beitragen.
Eine Zusammenarbeit besteht mit der Radiochemie München (RCM) der Technischen Universität München. Für die praktische Umsetzung wurden 6 Labore aus dem Hauptbau der RCM mit jeweils sehr unterschiedlicher Betriebshistorie (gehandhabte Radionuklide, Aktivitätshöhen) ausgewählt. Zwischen BS und der RCM wurde eine Kooperationsvereinbarung geschlossen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Erarbeitung von Grundlagen für die Bildung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Labors
AP2: Adaptierung des Programms zur Unterstützung der Gebäudefreigabe für die Anwendung in der RCM
AP3: Erarbeitung einer optimierten Beprobungsstrategie für die radiologische Charakterisierung der RCM
AP4: Anwendung des Programms zur Unterstützung der Gebäudefreigabe und der Beprobung
AP5: Erarbeitung einer Vorgehensweise für die Bildung von Nuklidvektoren für die RCM
AP6: Darstellung statistischer Messverfahren für die Gebäudefreigabe und Prüfung von deren Anwendbarkeit für die RCM
AP7: Exemplarische Begleitung von Freigaben mittels des Programms zur Unterstützung der Gebäudefreigabe einschl. Erstellung der Dokumentation zur Freigabe
AP8: Begleitung der Beräumung im Flachbau der RCM zwecks Überprüfung der Vorgehensweise und der Ergebnisse
AP9: Dokumentation des Vorhabens

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Grundlagen zur Bildung von Nuklidvektoren (NV) gemäß in DIN 25457 (Messverfahren zur Freigabe) wurden zusammengestellt.

AP2: Die ausgewählten 6 repräsentativen Labors des Hauptbaus der RCM (mit deutlich unterschiedlicher Betriebshistorie) wurden im Programm zur Unterstützung der Gebäudefreigabe (RaChaG) aufgenommen (Übernahme der Orte bereits durchgeführter Messungen).

AP3: Wie im letzten Bericht beschrieben, wurde für die in das Vorhaben einbezogene Labore die Betriebshistorie nachgezeichnet und eine Beprobungskarte erstellt. Die Labors E014, E016 & E018/E018A wurden inzwischen fast vollständig beräumt (bewegliche Gegenstände) und können demnach nun komplett beprobt werden. Durch die bis dato durchgeführte Beprobungen wurden Raspelproben aus den Holzeinbauten, wie auch Betonproben (Bohrstaub, Bohrkerne) gewonnen und analysiert. Hierbei konnte die Betriebshistorie verifiziert werden. Z. B. wurde die bekannte Eu-Kontamination (^{152}Eu & ^{154}Eu) des Bodens im Labor 106 bestätigt und konnte mittels gewonnener Proben aus Estrich und Bodenbelag näher hinsichtlich Eindringtiefe, Ausbreitung und Alter analysiert werden. Aus diesen Daten soll nun die gesamte eingedrungene Aktivität errechnet werden. Zusätzlich konnten neue Erkenntnisse über Teile der Betriebshistorie gewonnen werden, welche nur unzureichend rekonstruiert waren. So war die Handhabung des Nuklids ^{231}Pa, welches entsprechend der SrtlSchV Anlage III Tabelle 1 die niedrigsten massen- und flächenspezifischen Freigabegrenzwerte aufweist, nur in Handschuhboxen bekannt; auf eine Kontamination der betroffenen Labore wurden nicht automatisch geschlossen. Entgegen dieser Erwartung konnte das Nuklid in Labor E012 an einer aus dem Abzug entnommenen Probe sogar Gamma-spektrometrisch detektiert werden. Durch Analyse von Wischtestproben an den beweglichen Einrichtungen der zu beräumenden Labors, konnte ^{231}Pa jedoch zuverlässig ausgeschlossen werden. Hierfür musste allerdings die hochauflösende Alpha-Spektrometrie mittels Halbleiterdetektoren eingesetzt werden. Die erforderliche Probenpräparation wurde optimiert.

AP4: Die erhaltenen Beprobungs- und Messergebnisse wurden in PUG eingepflegt.

AP5: Es wurde eine Vorgehensweise erarbeitet, um bei den zu beräumenden Labors einen Nuklidvektor bzw. ein Nuklidgemisch zu unterstellen. Bei letzterem können keine festen Aktivitätsverhältnissen unterstellt werden. Summarische Messgrößen wie z. B. Beta-Gesamt sind deshalb für jedes einzelne Nuklid des Gemischs hinsichtlich der Einhaltung der Freigabegrenzwerte zu betrachten. Da auf Basis der erhaltenen Analysenergebnisse ausgefallene Sondernuklide bisher ausgeschlossen werden konnten, ließ sich eine pragmatische Freigabe nur unter Betrachtung der Leitnuklide ^{90}Sr und ^{241}Am erreichen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Da der Neubau der RCM nicht wie geplant bereits fertiggestellt werden konnte, verzögert sich der Umzug der bestehenden Labore aus dem Haupt- und dem Flachbau erheblich. Die für dieses Vorhaben ausgewählten Räume wurden jedoch im 1. Quartal 2013 soweit vorbereitet, dass Messungen am festen Inventar sowie an der Gebäudestruktur erfolgen können/konnten.
Die Weiterarbeit im 2. Halbjahr 2013 wird sich daher zunächst auf die weitere Auswertung der bereits vorliegenden Beprobungs- und Messergebnisse in den ausgewählten Laborräumen (AP3) und deren Übertragung ins Programm PUG (AP4) sowie auf theoretische Arbeiten zur Bildung von Nuklidvektoren unter Berücksichtigung der bereits vorliegenden Erkenntnisse (AP5) erstrecken.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Poster zur KONTEC 2013.

Zuwendungsempfänger: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Templergraben 55, 52062 Aachen	**Förderkennzeichen:** **02 S 9022A**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2012 bis 30.04.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 912.828,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Kettler

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Kooperationspartner (RWTH, FZJ und Siemens AG) des Verbundprojektes haben sich zum Ziel gesetzt, eine kompakte Radiographieanlage zu entwickeln und zu erproben, die mit Hilfe von schnellen Neutronen arbeitet. Ein solches System wäre komplementär zu existierenden Radiographie- bzw. Tomographieanlagen, die Röntgen- bzw. Gamma-Strahlung als Durchleuchtungssonde benutzen. Schnelle Neutronen haben gegenüber Photonen den Vorteil einer größeren Eindringtiefe in Materialien mit hohen Dichten. Im Vordergrund steht neben dem Bau der Radiographieanlage im Besonderen die Entwicklung eines an die Problemstellung adaptierten Detektorsystems und der dafür erforderlichen Rekonstruktionsalgorithmen. Diese Algorithmen sollen insbesondere zur Korrektur der Strahldivergenz der schnellen Neutronen dienen, da kein Kollimator, wie sonst üblich, verwendet wird.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte der RWTH-Institute sind:

AP1: Detailplanung zum Aufbau der Testeinrichtung und den potenziellen Neutronenquellen
AP2: Erstellung eines MCNP-Modells der Anlage
AP3: Simulation der Neutronen- und Photonentransportes in der Anlage
AP4: Geometriebestimmung zur Strahldivergenz
AP5: Entwicklung der Rekonstruktionsalgorithmen
AP6: Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

In der ersten Jahreshälfte 2013 wurden die neutronenphysikalischen Berechnungen mit MCNP und MCNPX fortgesetzt. Hierfür wurde das zuvor entwickelte Modell der NISRA-Anlage überarbeitet und im Detail verfeinert. Aufgrund der komplexen physikalischen und technischen Zusammenhänge wurde der systematische Ansatz für die Entwicklung des Neutron-Imaging-Systems überarbeitet. Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten steht das kontrastreiche Bild des Objektes. In Abhängigkeit von der Beschaffenheit des zu untersuchenden Objektes und insbesondere durch die Wechselwirkungen der Neutronen mit der Materie (z. B. Objekt oder umgebende Strukturen) wird die Qualität der Projektion stark beeinflusst. Aus

diesem Grund wurde der Effekt der Quellabschirmung untersucht, um die Zahl der gestreuten Neutronen, die den Detektor erreichen können, zu minimieren. Im Anschluss daran wurde begonnen, die Auslegung der Messkammer zu optimieren, da diese eine entscheidende Rolle für die Qualität der gesamten Anlage darstellt. Bisherige Simulationen haben gezeigt, dass die zu erwartende Messzeit mit einer angemessenen Statistik bei etwa 4-5 h liegt.
Die Entwicklung des Bildrekonstruktionsalgorithmus hat weitere Fortschritte erzielt. Nachdem der Algorithmus auf die Rekonstruktion dreidimensionaler Objekte erweitert wurde, sind Studien mit Testdaten aus MCNP-Simulation durchgeführt worden. Aufgrund dieser Untersuchungen wurde eine Analyse der verschiedenen Techniken (Bildstabilisierung, Kantenglättung, etc.) durchgeführt, um geeignete Werkzeuge für die spätere Bildrekonstruktion zu identifizieren. Des Weiteren wurde die Entwicklung eines geeigneten Datenaustausch-Formats angestoßen. Das Datenformat soll die Schnittstelle zwischen Simulation, Experimenten und Bildrekonstruktion darstellen.
Zusammenfassung des Fortschritts:
- Simulationsrechnungen mit MCNP, MCNPX zur Bestimmung der Neutronenflüsse
- Studien zur Quellabschirmung und Berechnung des gestreuten Neutronenflusses
- Erweiterung des Bildrekonstruktionsalgorithmus für dreidimensionale Objekte

4. Geplante Weiterarbeiten

Für die zweite Jahreshälfte 2013 sind weitere Simulationsstudien mit MCNP und MCNPX für die Weiterentwicklung des Systems vorgesehen. Es soll eine Parameterstudie durchgeführt werden, in der verschiedene Materialien mit unterschiedlichen Geometrien sowie enthaltenen abschirmenden Strukturen untersucht werden. Des Weiteren soll ein Algorithmus entwickelt werden, der das Profil der untersuchten Objekte beschreiben soll. Hierbei geht es insbesondere um die Abmaße, als auch um die innere Struktur des Objektes.
In Kooperation mit den Verbundpartnern in Jülich sollen Experimente durchgeführt werden, um eine geeignete Datengrundlage für die Verifizierung des Computermodells zu schaffen.
Bei der Entwicklung des Bildrekonstruktionsalgorithmus sollen die Verwendbarkeit der sogenannten Hassanein-Methode untersucht werden. Hierbei handelt es sich um ein iteratives Verfahren, das sich möglicherweise auch für Rekonstruktion divergenter Strahlen eignet. Darüber hinaus sollen mehr physikalische Annahmen im Algorithmus implementiert werden, insbesondere durch Bolzmanngleichungen, die zu genaueren Ergebnissen führen sollten, als der bisher verfolgte Ansatz nach dem Beer-Lambertschen-Gesetz.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Posterbeitrag für die KONTEC 2013 im März in Dresden, Titel: „Neutron Imaging System for Radioactive-waste Analysis“
Posterbeitrag für die SAGAAS-Konferenz im Januar an der TU in München, Titel: „Neutron Imaging System for Radioactive-waste Analysis“
Vortrag auf der KTG-Jahrestagung im Mai in Berlin, Titel: „Simulation und Optimierung einer Demonstrationsanlage zur Neutronenradiographie mittels schneller Neutronen“
Posterbeitrag für den VKTA-Workshop im Juni in Dresden, Titel: „Physikalische Grundlagen für die Zerstörungsfreie Charakterisierung Grossvolumiger Proben mit einer gepulsten Neutronenquelle“

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich	**Förderkennzeichen:** **02 S 9022B**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2012 bis 30.04.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 852.086,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Mauerhofer

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Kooperationspartner (RWTH, FZJ und Siemens AG) des Verbundprojektes haben sich zum Ziel gesetzt, eine kompakte Radiographieanlage zu entwickeln und zu erproben, die mit Hilfe von schnellen Neutronen arbeitet. Ein solches System wäre komplementär zu existierenden Radiographie- bzw. Tomographieanlagen, die Röntgen- bzw. Gamma-Strahlung als Durchleuchtungssonde benutzen. Schnelle Neutronen haben gegenüber Photonen den Vorteil einer größeren Eindringtiefe in Materialien mit hohen Dichten. Im Vordergrund steht neben dem Bau der Radiographieanlage im Besonderen die Entwicklung eines an die Problemstellung adaptierten Detektorsystems und der dafür erforderlichen Rekonstruktionsalgorithmen. Diese Algorithmen sollen insbesondere zur Korrektur der Strahldivergenz der schnellen Neutronen dienen, da kein Kollimator, wie sonst üblich, verwendet wird.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte am FZJ sind:

AP1: Detailplanung und Literaturrecherche zu den Neutronenradiographie-Detektoren

AP2: Aufbau und Test der Neutronenradiographie-Anlage

AP3: Entwicklung des Referenzkonverters und Messungen

AP4: Entwicklung des Konverters mit Wavelength Shifting Fibers und Messungen

AP5: Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Die Neutronenradiographie-Anlage wurde im Bestrahlungsraum errichtet.
- Beim Testbetrieb des Neutronengenerators wurden die Sicherheitsmaßnahmen überprüft und Messungen der Neutronen- und Gamma-Dosisleistung durchgeführt. Die Bestellung eines Sachverständigen für die Abnahme des Neutronengenerators wurde in die Wege geleitet.
- Das Signal/Rausch-Verhältnis und die Auflösung des Flat-Panel-Detektors ohne Konverter wurden mit einer punkförmigen 90Sr-Quelle untersucht.
- Der Referenzkonverter (EJ-200) wurde im Mai 2013 auf dem Flat-Panel Detektor montiert.
- Zur Optimierung bzw. Abschirmung des Detektors wurden umfangreiche detaillierte Simulationen des Neutronen-, Gamma und Licht-Transports mit Geant4 durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Experimentelle Bestimmung der Neutronen zu Gamma Empfindlichkeit des Detektors.
- Messungen mit Testobjekten und Vergleich mit Simulationen.
- Entwicklung eines fortgeschrittenen Konverters zur Erhöhung der Detektoreffizienz.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Poster-Präsentationen beim SAAGAS 24 (26.-28. Februar 2013, München), beim 7. Workshop RCA (10.-11. Juni 2013, Dresden) und beim 15th IWORID (23.-27. Juni, Paris)

Zuwendungsempfänger: Siemens Aktiengesellschaft, Wittelsbacher Platz 2, 80333 München	**Förderkennzeichen:** **02 S 9022C**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2012 bis 30.04.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 301.246,00 EUR	**Projektleiter:** Schitthelm

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Kooperationspartner (RWTH, FZJ und Siemens AG) des Verbundprojektes haben sich zum Ziel gesetzt, eine kompakte Radiographieanlage zu entwickeln und zu erproben, die mit Hilfe von schnellen Neutronen arbeitet. Ein solches System wäre komplementär zu existierenden Radiographie- bzw. Tomographieanlagen, die Röntgen- bzw. Gamma-Strahlung als Durchleuchtungssonde benutzen. Schnelle Neutronen haben gegenüber Photonen den Vorteil einer größeren Eindringtiefe in Materialien mit hohen Dichten. Im Vordergrund steht neben dem Bau der Radiographieanlage im Besonderen die Entwicklung eines an die Problemstellung adaptierten Detektorsystems und der dafür erforderlichen Rekonstruktionsalgorithmen. Diese Algorithmen sollen insbesondere zur Korrektur der Strahldivergenz der schnellen Neutronen dienen, da kein Kollimator, wie sonst üblich, verwendet wird.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Geplante Arbeitsschritte seitens der Siemens AG sind:

AP1: Entwicklung eines Simulationsmodell zur Optimierung des Experimentes und Unterstützung der Rekonstruktionsalgorithmen Entwicklung

AP2: Ermittlung der Strahlenschutzauswirkung unter Berücksichtigung der Aktivierung von Komponenten und Strukturen

AP3: Entwicklung einer integrierten Software um ausgehend vom Detektorsignal ein druckbares Bild zu generieren auf Basis der Rekonstruktionsalgorithmen die in Aachen entwickelt werden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Weiterentwicklung der integrierten Software. Der angeschaffte Detektor wurde erstmalig ausgelesen
- Verschiedene Modelle zur Simulation von Probenkörpern für die Rekonstruktion wurden entwickelt
- Anpassungen des Austauschdatenformats wurden vorgenommen
- Die strukturelle Planung der Softwarearchitektur wurde weiter verfeinert

4. Geplante Weiterarbeiten

- Weiterentwicklung der integrierten Software zur Experimentauslese. Insbesondere die Ansteuerung des Detektors zwecks Konfiguration sowie Maßnahmen zur Rauschunterdrückung
- Entwurf einer automatisierten Testumgebung, um den Detektor prüfen zu können
- Erstellen von weiteren simulierten „Detektorbildern“ als Datengrundlage für die Aachener Partner zur Optimierung der Rekonstruktionsalgorithmen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
NUKEM Technologies GmbH, Industriestr. 13, 63755 Alzenau	**02 S 9032A**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Zerlegung von Reaktorkomponenten aus Zirkalloy beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ZIRKUSS)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2012 bis 31.05.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 244.852,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Brähler

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist die Qualifikation von leistungsfähigen Zerlegeverfahren für den Rückbau von Bauteilen, die aus Zirkalloy gefertigt wurden. Hinsichtlich einer vorhandenen Entzündungsgefahr von Bauteilen aus Zirkalloy (potentieller Zirkalloybrand), existieren große Unsicherheiten im Rahmen des Rückbaus von Komponenten aus Zirkalloy. Eine systematische Untersuchung dieser Problematik bildet die Basis, um zielgerichtet effektive und kostengünstige Rückbauwerkzeuge zu entwickeln und mit ihnen die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Rückbauunternehmen, insbesondere im Ausland zu verbessern.

Das Gesamtziel des Forschungsvorhabens ist somit folglich auch eine Beschreibung der zum Trennen von Zirkalloy geeigneten Zerlegeverfahren mit den einzuhaltenden Prozessparametern und Randbedingungen, unter denen ein Metallbrand ausgeschlossen ist. Diese Erkenntnisse dienen unter anderem als Grundlage für den Einsatz und die erfolgreiche Genehmigung der Zerlegeverfahren in zukünftigen Rückbauprojekten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Literaturrecherche: Zündverhalten von Zirkalloy
AP2: Literaturrecherche: Anwendungen von Zirkalloy im kerntechnischen Bereich
AP3: Beschaffung von Probenmaterial
AP4: Erstellung eines Prozessmodells für die exotherme Zirkalloyreaktion (Metallbrand)
AP5: Experimentelle Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Zündfähigkeit von Zirkalloy
AP6: Bewertung des Einflusses der Ergebnisse für zukünftige Rückbauprojekte
AP7: Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Bezugnehmend auf Abschnitt 2 wurden folgende Punkte bearbeitet:

AP1: Das Arbeitspaket wurde im vorhergehenden Berichtszeitraum abgeschlossen.
AP2: Das Arbeitspaket wurde im vorhergehenden Berichtszeitraum abgeschlossen.
AP3: Geeignetes Probenmaterial wurde beschafft.
AP4: Das Prozessmodell wurde aufgestellt. In Abhängigkeit der Versuchsergebnisse (siehe Punkt 5) stehen noch Anpassungen des Modells an, die die Ergebnisse der Versuche berücksichtigen.
AP5: Die Versuchsplanung und -vorbereitung ist nahezu abgeschlossen. Die Versuchsdurchführung ist für den Anfang des nächsten Berichtszeitraums terminiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Ein Schwerpunkt der weiteren Arbeiten liegt in der Durchführung der Versuche zum Zündverhalten von Zirkalloylegierungen. Das Versuchsprogramm wird in Kooperation mit dem Institut für Werkstoffkunde Hannover am selbigen Institut durchgeführt.

Die Ergebnisse der Versuche werden mit den Projektpartnern der Universität Hannover diskutiert. Die Ergebnisse fließen, sofern notwendig, in das Prozessmodell ein.

Der Schwerpunkt des nächsten Berichtszeitraums liegt in der Versuchsdurchführung am Institut für Werkstoffkunde.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Jakob, H.; Petersen, M.; Köhler, A.; Bach, Fr.-W.; Hassel, T.; Brüggemann, P.; Bienia, H.; Brähler, G.: Zirkoniumlegierungen universell und sicher schneiden – ZIRKUSS. KONTEC 2013 – Tagungsband. 11. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“ einschließlich 11. Statusbericht des BMBF „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen“; Hamburg; Kontec Gesellschaft für technische Kommunikation mbH; S. 612–626

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover	**02 S 9032B**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Zerlegung von Reaktorkomponenten aus Zirkalloy beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ZIRKUSS)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2012 bis 31.05.2014	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 552.456,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Bach

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Mit den heute zur Verfügung stehenden thermischen Schneidverfahren ist es möglich, eine Vielzahl metallischer und teilweise nichtmetallischer Werkstoffe zu trennen. Vor allem bei der Verschrottung von Anlagen, bei der die Schnittkantenqualität eine untergeordnete Rolle spielt, stehen eine große Anzahl von Verfahren zum Teil variantenreich zur Verfügung. Herausforderungen stellen komplexe Geometrien, Verbundwerkstoffe oder Werkstoffe dar, zu denen nicht ausreichend Schneidparameter oder Prozesskenntnisse vorliegen. Anlagen oder Bauteile auf die diese Eigenschaften zutreffen, findet man vor allem beim Rückbau kerntechnischer Anlagen. Generell können hierbei zwar alle Anlagen und Maschinen zerlegt werden, jedoch zum Teil nur mit hohem zeitlichem, technischem und finanziellem Aufwand.
Ein Beispiel für einen Rückbauprozess, der hinsichtlich der verwendeten Technologie noch großes Potential für eine Effizienzsteigerung und somit eine Kostenreduzierung besitzt, ist die Zerlegung von Strukturen aus Zirkalloy. Bauteile aus Zirkalloy werden aufgrund des geringen Neutroneneinfangquerschnittes dieser Legierung und ihrer sehr guten Korrosionsbeständigkeit u. a. in den Hüllrohren der Brennstäbe sowie in bestimmten Reaktoreinbauten verwendet.
Aufgrund von Sicherheitsbedenken bezüglich der beim thermischen Schneiden entstehenden Zirkalloy-Stäube, welche einen Brand auslösen könnten, wurden thermische Schneidverfahren bei der Ausschreibung solcher Zerlegaufgaben bisher ausgeschlossen, obwohl bislang keine systematischen wissenschaftlichen Untersuchungen zu den Eigenschaften der beim thermischen Schneiden entstehenden Stäube existieren.
Die Zerlegung von Strukturen aus Zirkalloy erfolgt somit bisher rein mechanisch mittels hydraulischen Scherens oder Sägens, wobei ebenfalls Späne entstehen. Zum Einsatz mechanischer Trennverfahren müssen die Manipulatoren deutlich höhere Tragkräfte und Steifigkeiten aufweisen, als bei der Verwendung von thermischen Verfahren, welche weitgehend rückstellkraftfrei arbeiten. Die hohen Schneidleistungen, die hohe Wirtschaftlichkeit und die geringen Anforderungen an die Manipulatoren, welche an thermische Schneidverfahren gestellt werden, führen zu einem sehr verbreiteten Einsatz im Rückbau. Durch den Einsatz von thermischen Verfahren an Bauteilen aus Zirkalloy könnte der Zeit- und Kostenaufwand zum Zerlegen dieser Bauteile deutlich reduziert werden.
Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des Forschungsvorhabens, das Prozessverhalten und die Prozessemissionen beim thermischen Trennen von Zirkalloy wissenschaftlich zu untersuchen, um möglicherweise zukünftig den Einsatz thermischer Verfahren für die Zerlegung von Strukturen aus Zirkalloy zu ermöglichen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Anlagenaufbau und Vorversuche
- Schneidversuche an Atmosphäre: Es werden Schneidversuche durchgeführt mit einem mechanischen Trennverfahren und etablierten thermischen Schneidverfahren
- Schneidversuche unter Wasser: Die Versuche aus dem vorherigen Arbeitspaket werden unter Wasser durchgeführt
- Emissionsmessungen an Atmosphäre: Die Schneidverfahren werden mit den ermittelten Parametern auf deren emittierten Emissionen untersucht. Neben deren Emissionsrate werden die Partikelgrößenverteilung und die entstehenden Gase analysiert.
- Emissionsmessungen unter Wasser: Analog zum vorhergehenden Arbeitspaket
- Ableiten von Bearbeitungshinweisen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Es wurde ein Behälter zur Entnahme der im Wasser gelösten Partikel der Unterwasserschneidversuche konstruiert und gefertigt.
- Zur Untersuchung des Oxidationsgrades der emittierten luftgetragenen Partikel wurden verschiedene Probeentnahmevorrichtungen geprüft. Die Entnahme wird mittels eines Kaskadenimpaktors durchgeführt werden. Die so fraktionierten Partikel werden anschließend mit einem Rasterelektronenmikroskop auf ihrem Oxidationszustand untersucht.
- Es wurden Versuche mit dem Kooperationspartner NUKEM Technologies zur Zündtemperatur von Zirkalloypartikel geplant. Hierzu wurden am Institut für Werkstoffkunde ein Versuchsofen gefertigt, Zirkalloypartikel hergestellt und ein Versuchsstand aufgebaut.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Durchführung von Referenzversuchen mit mechanischen Trennverfahren an Atmosphäre, unter Wasser und in einer Schutzgasatmosphäre.
- Ermittlung der durchschnittlichen Span- und Partikelgröße bei mechanischen Trennverfahren.
- Durchführen von Schneidversuchen an Atmosphäre mit dem autogenen Brennschneiden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

H. Jakob, Dr.-Ing. M. Petersen, A. Köhler, Prof. Fr.-W. Bach, Dr.-Ing. Th. Hassel; P. Brüggemann, Dr.-Ing. H. Bienia, Dr. phil. nat. G. Brähler: Zirkoniumlegierungen universell und sicher Schneiden – ZIRKUSS / Universal and safe cutting techniques for zirconium alloys - ZIRKUSS, KONTEC 2013 – Tagungsband. 11. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“ einschließlich 11. Statusbericht des BMBF „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen“; Hamburg; Kontec Gesellschaft für technische Kommunikation mbH; S. 612–626

Zuwendungsempfänger: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Templergraben 55, 52062 Aachen	**Förderkennzeichen:** **02 S 9042**
Vorhabensbezeichnung: Rückbau von Forschungs- und Leistungsreaktoren Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Berechnung der Aktivitätsverteilungen und Ortdosisleistungen in kerntechnischen Anlagen am Beispiel des Forschungsreaktors FRJ-2 in Jülich	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2012 bis 30.06.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 942.204,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Nabbi

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Mit dem Beschluss der Bundesregierung über den Ausstieg aus der Nutzung der Kernenergie gewinnt die Frage der Stilllegung und des Rückbaus der Kernkraftwerke an Bedeutung. Damit rückt auch die Frage der Vermeidung unnötiger Strahlenbelastung für Mensch und Umwelt sowie die Minimierung der radioaktiven Abfallmenge aus diesen Anlagen in den Vordergrund. In dieser Hinsicht ist die detaillierte Kenntnis der nuklidspezifischen Verteilung des gesamten Aktivitätsinventars in den einzelnen Strukturen, aktiven Bauteilen und Komponenten entscheidend. Das Gesamtziel des Projekts besteht in der Entwicklung eines hochaufgelösten Rechenmodells, welches es erlaubt,

- detaillierte Aktivitätsverteilungen und Dosisleistungsatlanten zu erstellen,
- optimierte Stilllegungs- und Rückbauplanung durchzuführen,
- die zu entsorgende Abfallmenge aus kerntechnischen Anlagen zu quantifizieren und zu minimieren,
- geeignete ortsbezogene Strahlenschutzmaßnahmen in der Betriebs- und Nachbetriebsphase zu treffen.

Die Erreichung dieser Ziele wird am Beispiel des Forschungsreaktors FRJ-2 erprobt und demonstriert. Es besteht ein direkter Bezug zu derzeit laufenden Rückbaumaßnahmen und ganz besonders zur erteilten Rückbaugenehmigung für den Forschungsrektor FRJ-2 und damit eine enge Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich. Des Weiteren gibt es - aufgrund des inhaltlichen Zusammenhangs - einen engen Bezug zu dem laufenden Projekt CARBO-DISP über die Quantifizierung und Entsorgung von bestrahltem Nukleargraphit aus Kernreaktoren. Darüber hinaus besteht seitens nationaler Unternehmen großes Interesse an der Nutzung und dem Einsatz der im Rahmen dieses Projekts laufenden Entwicklungen für Rückbaumaßnahmen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Analyse und Auswahl von Modellierungs- und Simulationssoftware
AP2: Neutronenphysikalische Modellierung des FRJ-2 als Rückbaureferenzanlage
AP3: Entwicklung einer Plattform zur 3D-Visualisierung des Rechenmodells und der Simulation
AP4: Simulation der Aktivitätsverteilung und des Strahlenfelds im Reaktorblock
AP5: Auswertung und Analyse der 3D-Simulation mit der Generierung anlagespezifischer Aktivitätsatlanten zur Optimierung von Abfallmanagement- und Strahlenschutzmaßnahmen
AP6: Projektleitung, -organisation und -abschluss

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Im Rahmen des Arbeitspakets AP1 wurde ein Flussdiagramm erstellt, welches den simulationstechnischen Ablauf des Projekts mit den einzelnen für die Fluenz-, Aktivierungs- und Strahlenfeldberechnungen wichtigen Simulationsprogrammen, Datenbibliotheken, Kopplungsschritten und Visualisierungsroutinen erfasst und dokumentiert.
AP2: Die bisherigen Untersuchungen mit dem bestehenden MCNP-Modell (Startmodell) des Reaktors zeigen, dass die Einbindung des hochmodalisierten Reaktorkerns mit einer großen Zahl von Geometrie- und Materialzellen verbunden ist und dementsprechend zu einer hohen Simulationszeit führt. Aus dem Grunde wurde am Startmodell des Reaktorblocks der Kernbereich durch eine Oberflächenquelle (Quellmodul) ersetzt, welche auf der Grundlage des Reaktormodells mit dem detaillierten Kernaufbau generiert wurde. Dabei wurde - unter Anwen-

dung des MCNP-internen Algorithmus (Surface-Source-Write) - der Neutronenstrom aus einer definierten Oberfläche um den Kernbereich in eine Quelldatei für erweiterte Fluenzberechnungen aufgenommen. Des Weiteren wurde unter Zugrundelegung der erstellten Quelldatei das Konvergenzverhalten bzw. die Effizienz der Neutronenfeldberechnung in allen Strukturen und vor allem im Bereich des Stahltanks untersucht.
Im Hinblick auf die Erstellung eines CAD-basierten Reaktormodells für Aktivitäts- und Fluenzberechnungen wurde parallel -unter Anwendung eines externen Konvertierungsprogramms- das bestehende CAD-Modell des FRJ-2 in ein detailliertes, formgleiches MCNP-Modell umgewandelt und durch weitere Materialspezifikationen und Anpassungen ergänzt. Dabei wurde der gesamte Reaktorkern mit einem Teil des Schwerwasserreflektors durch ein Quellmodul (Quelldefinition) erfasst. Damit erfolgte parallel zum bestehenden Startmodell des FRJ-2 die Bildung eines vollständigen CAD-basierten Simulationsmodells des Reaktorblocks für Neutronen und Strahlentransportberechnungen.
AP3: Um die Stabilität und statistische Genauigkeit der Simulationen in den Außenstrukturen des Reaktorblocks zu verbessern, wurde im Berichtszeitraum das iterative Varianzreduktionsverfahren in der ersten Iterationsstufe auf das bestehende Startmodell des Reaktorblocks angewandt, wodurch eine relativ hohe Genauigkeit in den Komponenten bis zum äußeren Stahltank erreicht wurde. Dieses iterative Verfahren wird in einzelnen Iterationsschritten auf den gesamten Reaktorblock ausgedehnt.
Im Berichtszeitraum wurde außerdem für das CAD-basierte Reaktormodell mit den ersten Neutronentransportberechnungen begonnen, um das Simulationsverfahren hinsichtlich der Stabilität und Rechengenauigkeit zu prüfen und für erweiterte Fluenz- und Neutronenfeldberechnungen einzusetzen.
AP4: Zur Darstellung und Visualisierung der Fluenz- und Aktivitätsverteilung wurde an der Entwicklung einer Programm- bzw. Kopplungsroutine gearbeitet, die es erlaubt, die Ergebnisse der Simulationsberechnungen auf das detaillierte CAD-basierte MCNP-Modell des Reaktors zu übertragen und in Form von 3D-Atlanten darzustellen. Im Berichtszeitraum wurde auf der Basis einer Open-Source-Software ein Konvertierungsalgorithmus entwickelt und am Beispiel der Neutronenflussverteilung im Innenbereich des Reaktorblocks getestet.
Ergebnisse:

- Unter Anwendung eines externen Konvertierungsprogramms wurde das komplexe CAD-Modell des FRJ-2 in ein Geometriemodell umgewandelt, aus dem durch Ergänzungen mit Materialdaten das vollständige MCNP-Modell des gesamten Reaktorblocks entwickelt wurde. Die Funktionalität des neuen MCNP-Modells wurde anhand erster Neutronenfeldberechnungen erprobt.
- Anhand neutronenphysikalischer Berechnungen wurde mit dem detaillierten Corermodell eine äquivalente Quelldatei (Oberflächenquelle) generiert und in das MCNP-Modell des Reaktorblocks integriert. Mit dieser Entwicklung wurde eine Optimierung der Simulationsleistung und -zeit für die künftigen Fluenz - und Neutronenfeldberechnungen erreicht.
- Unter dem Einsatz des Weight-Window-Algorithmus (Varianzreduktion) wurde die Verteilung des Neutronenflusses (spektral und integral) in allen Materialzonen bis zum äußeren Stahltank mit ausreichender Genauigkeit berechnet.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Durch iterative Variation und Optimierung der Zonengewichte bzw. Weight-Windows werden für den gesamten Reaktorblock Neutronentransportberechnungen mit den beiden Reaktormodellen durchgeführt, um die Effizienz der Simulationsberechnungen einerseits und die statistische Genauigkeit der Fluenzwerte in den Außenstrukturen des Reaktorblocks andererseits zu erhöhen.
- Im Unterschied zu den bisherigen Neutronentransportberechnungen werden mit dem neu entwickelten CAD-basierten MCNP-Modell die ersten Simulationen durchgeführt, um die Stabilität und das Konvergenzverhalten der gesamten komplexen MCNP-Simulationen zu prüfen und für Spektral- und Fluenzberechnungen einzusetzen.
- Für das CAD-basierte Gesamtmodell des Reaktorblocks wird unter Anwendung der Visualisierungsroutine die erste 3D-Darstellung der Fluenzverteilung (Atlas) generiert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

F. Abbasi, R. Nabbi B. Thomauske: Effizienzsteigerung von MCNP-Berechnungen für ein optimales Rückbauverfahren durch die Anwendung des Quelltermverfahrens, Jahrestagung Kerntechnik Mai-2013, Berlin
D. Winter et al., „High Resolution Reactor Modelling for the Simulation of the Activity Distribution and Radiation Field at the German FRJ-2 Research Reactor", European Research Reactor Conference, April 2013, St. Petersburg, Russland

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich	**Förderkennzeichen:** **02 S 9052A**
Vorhabensbezeichnung: Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch prompt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA_Actinide)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2012 bis 31.07.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 577.812,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Rossbach

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen zweier Doktorarbeiten sollen nukleare Grundlagendaten wie Gammaenergien, -intensitäten, sowie partielle und integrale Wirkungsquerschnitte von ausgewählten langlebigen Actiniden bestimmt und mit Literaturwerten verglichen werden. Da diese Daten die Grundlage für eine Quantifizierung mittels der prompten Gammaaktivierungsanalyse (PGAA) darstellen, müssen diese mit hoher Präzision und Genauigkeit bekannt sein. PGAA kann mit kalten, thermischen oder mit schnellen Neutronen durchgeführt werden. Daher soll ein PGAA Messplatz mit Spaltneutronen an der NECTAR Station des FRM II aufgebaut und die präparierten Actinidenproben dort vermessen werden. Die gewonnenen Daten fließen in die numerische Simulation ein um ein Messverfahren von realen Abfallproben zu modellieren. Gleichzeitig wird geprüft, ob das Verfahren für Safeguardsanwendungen (Bestimmung von Actiniden auf Wischproben) oder zur Freimessung kontaminierter Materialien aus dem Rückbau von Nuklearanlagen geeignet ist.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Herstellung der Proben für die Bestrahlung mit thermischen und schnellen Neutronen
- Bestrahlung der Proben mit thermischen Neutronen und Auswertung der Spektren
- Simulation von prompt-gamma Spektren der Actinide (FZJ)
- Bestrahlungen der Actinide mit Spaltneutronen (1 bis 3 MeV) am FRM 2, Bestimmung der Wirkungsquerschnitte (FZJ).
- Optimierung einer Messanordnung für die Quantifizierung von Actiniden in reale Proben mithilfe von MCNP Simulation (FZJ)

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Präparation der Bestrahlungsproben wurde verbessert. Da sich Quarzglasampullen bzw. Aluminium als Verpackung nicht bewährt hatten, wurden Suprasil© Quarzglasplättchen, 40 x 40 mm, mit 0,2 mm Dicke bestellt, einige der Quarzplättchen mit einem zentralen Loch von 3 mm Durchmesser. Mithilfe einer Handpresse wurden kleine Pillen aus $^{237}NpO_2$ und $^{242}PuO_2$ hergestellt, die im Zentralen Loch gehalten und von jeweils einem Glasplättchen oben und unten gekapselt wurden. Alle drei Plättchen wurden am Rand mit Epoxidharz verklebt. Zusätzlich wurde – als Flussmonitor – 3 µm dicke Goldfolie mit 3 mm Durchmesser den Pillen beigefügt. Diese Probenpräparation hat folgende Vorteile: (1) die Probe ist transparent und kann jederzeit mit dem Auge inspiziert werden, (2) die Probe ist fest lokalisiert und kann auf dem Transport und während der Untersuchung nicht verrutschen, und (3) die Probe ist dünn genug (ca. 0,2 mm dick), so dass Selbstabsorption und Flussdepression auf ein Minimum reduziert sind. Zusätzlich wurden Proben mithilfe einer ^{241}Am Lösung von der PTB Braunschweig auf denselben Probenträgern hergestellt und zertifiziert.
Diese Proben wurden am FRM II und am Forschungsreaktor in Budapest im externen Neutronenstrahl mit kalten Neutronen bestrahlt und die partiellen wie auch die totalen Einfangsquerschnitte bestimmt.

Zusätzlich wurde ein Validierungsexperiment mit NaCl unter identischen Bedingungen geplant und im Rahmen einer Bachelor Arbeit durchgeführt. Gold diente wiederum als Flussmonitor. Diese Ergebnisse werden ebenfalls noch ausgewertet und anschließend veröffentlicht.
Nachdem im März ein neuer Mitarbeiter gewonnen werden konnte, wurden GEANT4-Simulationen zur optimalen Auslegung der geplanten Messeinrichtung „Fast Neutron PGAA“ am FRM II in Jülich durchgeführt. Sobald diese Arbeiten beendet und mit den Mitarbeitern vor Ort besprochen und sicherheitstechnisch abgesegnet sind, wird die Abschirmung der Bestrahlungskammer und des Detektors in Auftrag gegeben. Der HPGe Detektor mit Elektronik und Software wurde bestellt und wird im 2. HJ 2013 ausgeliefert.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Ausweitung der Untersuchungen auf weitere Actinide, ^{238}U, ^{231}Pa, evt. ^{239}Pu, Präparation geeigneter Proben für die PGAA Experimente.
- Transport der Proben nach Budapest und München. Anschließendes Vermessen dieser Materialien mit kalten Neutronen und Auswertung der Spektren.
- Optimierung des PGAA Messplatzes für schnelle Neutronen. Auslegung der Abschirmung von Detektor und Messkammer gegen schnelle Neutronen und Gammastrahlen.
- Aufbau der Messeinrichtung in Garching. Erste Tests bis Ende 2013.
- Beschaffung weitere Actinide und Präparation für die Bestrahlung mit kalten und schnellen Neutronen. Bestimmung der integralen und partiellen Neutronenwirkungsquerschnitte und Resonanzintegrale.
- Integration der gewonnen Daten in ‚nuclear level schemes‘ durch Kooperation mit der Nuclear Data Group in Berkely National Laboratory, USA.

5. Berichte, Veröffentlichungen

C. Genreith, M. Rossbach, E. Mauerhofer, T. Belgya, G. Caspary: First results of the prompt gamma characterization of 237Np. NUKLEONIKA 2012;57(4):443−446
C. Genreith, M. Rossbach, E. Mauerhofer, T. Belgya, G. Caspary: Measurement of thermal neutron capture cross sections of ^{237}Np and ^{242}Pu using prompt gamma neutron activation. J Radioanal Nucl Chem, 296 (2013) 699-703
C. Genreith, M. Rossbach, Zs. Revay, P. Kudejova: Determination of thermal (n,γ) cross sections of 241Am using cold neutron beam at FRM II. Submitted: Nucl. Data Sheets 2013
Vorträge:
C. Genreith, M. Rossbach, E. Mauerhofer, T. Belgya: Prompt Gamma Characterization of Actinides (^{237}Np), NUTECH 2011, 11.-14.09.2011
C. Genreith, M. Rossbach, E. Mauerhofer, T. Belgya: Prompt Gamma Characterization of Actinides (^{237}Np, ^{242}Pu), MARC IX, 25.-30.03.2012, Kona, Hawaii, USA
M.Rossbach, C. Genreith, T. Belgya, Z. Revay, B.W. Sleaford, J.E. Escher: Determination of thermal (n,γ) cross sections of ^{241}Am by PGAA. Int. Conf on Nuclear Data for Science and Technology, ND2013, 04.-08.03.2013 New York, USA
M. Rossbach, C. Genreith, B. Scholten: Nukleare Daten als Grundlage für Forschung und Technologie. 24. Seminar Aktivierungsanalyse und Gamma Spektrometrie (SAAGAS), 26.-28.02.2013 Garching bei München
C. Genreith, M. Rossbach: Partial Neutron Capture Cross Section Determination of ^{237}Np, ^{242}Pu and ^{241}Am using cold neutron beams. 4th Workshop on Level Density and Gamma Strength, Oslo, 28.-31.05.2013
C. Genreith, M. Rossbach: Thermal Capture Cross Section of ^{241}Am using the FRM II Cold Neutron Beam. Workshop on ^{241}Am Cross Section, IRMM Geel, Belgium 03.-04.06.2013
Poster:
M. Rossbach, C. Genreith, E. Mauerhofer, R.B. Firestone, Z. Révay, T. Belgya: Research Alliance for Validation of PGAA Actinide Nuclear Data, 16.-21.09.2012, Como, Italien.
C. Genreith, M. Rossbach: Partial Neutron Capture Cross Sections of ^{237}Np and ^{242}Pu from Prompt Gamma Radiation. 525. Heraeus Seminar “Nuclear Physics Data for the Transmutation of Nuclear Waste, 25.-27.02.2013 Bad Honnef, Deutschland

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München	**02 S 9052B**
Vorhabensbezeichnung: Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch prompt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA_Actinide)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2012 bis 31.07.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 416.670,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Neuhaus

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel der Messungen an ausgewählten Actiniden am PGAA Instrument des FRM II ist eine Quantifizierung von Wirkungsquerschnitten und Gamma-Linien mit hoher Präzision und Genauigkeit zusammen mit deren Entstehungswahrscheinlichkeit. Die Vermessung mit kalten Neutronen wird als Grundlagenbasis für die Messungen mit schnellen Neutronen an der geplanten PGAA Messstation mit Spaltneutronen an dem NECTAR Instrument des FRM II dienen. Weiter werden die durch Bestrahlung entstandenen Zerfallslinien in einer Zählkammer mit extrem niedrigem Untergrund detektiert, um so die Wirkungsquerschnitte und die prompte Gamma Strahlung von den Actiniden zu bestimmen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Änderungen an aktuellem PGAA Instrument, um die µg-kleinen Proben in minimalen unvermeidbaren Untergrund messen zu können
- Entwurf, Konstruktion und Beschaffung der Zählkammer mit dem Detektionssystem
- Bestrahlung der Proben mit kalten Neutronen und Auswertung der Spektren

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Es wurde eine zweite Messkampagne am PGAA Instrument von 31.1. – 6.2. 2013 mit kalten Neutronen durchgeführt. Die Bestrahlungsproben waren unterschiedliche $^{241}AmO_2$ Proben als auch Vergleichsproben aus NaCl. Die NaCl Proben dienten zur Überprüfung der neuen Suprasil© Quarzglasplättchen (40 x 40 mm, mit 0,2 mm Dicke mit einem zentralen Loch von 3 mm Durchmesser) die als neue Verpackung verwendet wurden. Zu einzelnen ^{241}Am Proben wurde eine 3 µm dicke Goldfolie (auch 3 mm Durchmesser) als Neutronenflussmonitor zugegeben. Der Untergrund wurde sorgfältig vermessen und die Daten bei der Auswertung entsprechend korrigiert. Die partiellen und totalen Neutroneneinfangsquerschnitte konnten somit analysiert werden.
Im Berichtszeitraum wurde die Spezifikation der Zählkammer fertig gestellt, so dass im nächsten Schritt die Detailkonstruktion beginnen kann.
Am PGAA Instrument wurde ein kleines Präparationslabor inklusive einer Mikrowaage für kleinste Probenmengen installiert, um die für dieses Projekt erforderlichen Genauigkeiten bei der Bestimmung der Wirkungsquerschnitte zu erreichen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Test des Detektors, Kalibrierung sowie Anpassung der Datenaufnahme-Software (August – Oktober 2013).
- Dritte und vierte Messkampagne im Jahr 2013 für neue Actiniden-Proben (^{237}Np, ^{242}Pu, ^{238}U) ist vom 5. – 12.8. 2013 geplant.
- Konstruktion und Aufbau der Zählkammer und deren massiven Abschirmung neben dem PGAA Instrument im Herbst 2013.
- Entwurf des Fast-PGAA Systems am Instrument NECTAR (Koordinierungstreffen am 5.8. 2013), Simulation des PGAA Messplatzes für schnelle Neutronen. Auslegung von Detektorabschirmung und Elektronik. Konstruktion des PGAA-Instruments am Instrument NECTAR mit schnellen Neutronen (Strahlführung, mechanische Aufbauten).
- Beschaffung weiterer Standardmaterialien, Testmessungen und Präparation für die Bestrahlung mit kalten und schnellen Neutronen. Weitere Bestimmung der integralen und partiellen Neutronenwirkungsquerschnitte.
- Integration der gewonnen Daten in ‚nuclear level schemes' durch Kooperation mit der Nuclear Data Group in Berkely National Laboratory, USA.

5. Berichte, Veröffentlichungen

M. Rossbach, C. Genreith, Z. Révay, P. Kudejova: Determination of the thermal neutron capture cross section of trans-uranium actinides, Annual Report 2012, FRM II

C. Genreith, M. Rossbach, Zs. Revay, P. Kudejova: Determination of thermal (n,γ) cross sections of ^{241}Am using cold neutron beam at FRM II. Submitted: Nucl. Data Sheets 2013

Vorträge:

Z. Révay: Determining Partial Gamma-Ray Production Cross-Sections In Cold Neutron Beams, IAEA Technical Meeting on Use of Neutron Beams for High Precision Nuclear Data Measurements, 10-14. Dezember 2012, Budapest, Centre for Energy Research,

Z. Révay, P. Kudejova, L. Canella, S. Söllradl: Prompt Gamma Activation Analysis using High-Flux Cold Neutron Beam, EuCheMS International Conference on Nuclear and Radiochemistry (NRC-8), 16.-21.September 2012, Como, Italien.

P. Kudejova, I. Tomandl, L. Viererbl, A. Houben und Z. Révay: Prompt Gamma Activation Analysis close to Detection Limits, NRC-8, 16.-21.September 2012, Como, Italien.

Z. Révay, P. Kudejova, L. Canella und S. Söllradl: PGAA in High-Flux Cold Neutron Beams, 24. Seminar Aktivierungsanalyse und Gamma Spektrometrie (SAAGAS24), 26.-28.02.2013 Garching bei München

Z. Révay, P. Kudejova, L. Canella und S. Söllradl: Determination of Partial Gamma-Ray Production Cross-Sections for Chemical Elements, Nuclear Data, PGAA-Actinide, Int. Conf on Nuclear Data for Science and Technology, ND2013, 04.-08.03.2013 New York, USA

Z. Revay, Determination of capture cross sections in high-flux cold neutron beams, 4th Workshop on Level Density and Gamma Strength, Oslo, 28.05.-31.05.2013

C. Genreith, M. Rossbach: Thermal Capture Cross Section of ^{241}Am using the FRM II Cold Neutron Beam. Workshop on ^{241}Am Cross Section, IRMM Geel, Belgium 03.-04.06.2013

C. Genreith, M. Rossbach: Thermal Capture Cross Section of ^{241}Am using the FRM II Cold Neutron Beam. Workshop on ^{241}Am Cross Section, IRMM Geel, Belgium 03.-04.06.2013

Poster:

M. Rossbach, C. Genreith, E. Mauerhofer, R.B. Firestone, Z. Révay, T. Belgya: Research Alliance for Validation of PGAA Actinide Nuclear Data, NRC-8, 16.-21.September 2012, Como, Italien.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe	**Förderkennzeichen:** **02 S 9062**
Vorhabensbezeichnung: Technische, wirtschaftliche, soziale und politische Fragen durch den Rückbau eines Kernkraftwerks auf regionaler und lokaler Ebene – Analyse aktueller Beispiele in Baden-Württemberg zur Erstellung eines Zukunftsmodells (FoRK)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2012 bis 30.09.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 524.652,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Kramer

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Ziel des Forschungsprojektes ist die Untersuchung der Auswirkungen des Rückbaus von kerntechnischen Anlagen in den Bereichen Technik, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik. Hierbei werden sowohl regionale als auch lokale Auswirkungen betrachtet (am Beispiel der Standorte Karlsruhe, Neckarwestheim, Philippsburg und Biblis). Es soll ein Modell zukünftiger Stilllegungen entwickelt werden, welches unter Vorgabe bestimmter Randbedingungen eine Prognose der möglichen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen für die Bevölkerung und die Industrie ermöglicht. Die Umsetzung des Forschungsvorhabens erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Institut für Technologie und Management im Baubetrieb, Abteilung Technologie und Management des Rückbaus kerntechnischer Anlagen, unter der Leitung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Sascha Gentes.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Humangeographie
Humangeographisches Geländepraktikum in Karlsruhe in Zusammenarbeit mit lokalen Experten. Entwicklung eines Befragungsdesign für die unterschiedlichen Zielgruppen.
AP1: Ingenieurwesen
Die Erfassung der derzeit im Rückbau befindlichen kerntechnischen Anlagen, hinsichtlich deren Projektlaufzeiten, geplanten Kosten und angewandten Techniken.
AP2:
Befragungen in den Untersuchungsgemeinden, unter Einbeziehung der verschiedenen Akteure und die gemeinsame Auswertung der Ergebnisse.
AP3: Humangeographie
Weitere Experteninterviews in den betroffenen Gemeinden zur Vertiefung und Interpretation der in AP2 gewonnenen Ergebnisse geographischen Projektteil.
AP3: Ingenieurwesen
Vergleich der Soll-Projektlaufzeiten und-kosten (AP1 Ing.) mit den Ist-Projektlaufzeiten und -kosten. Erfassung der sich daraus ergebenden Auswirkungen.
AP4:
Entwicklung eines Modellszenarios für Deutschland (in Form von Typenbildung) unter Berücksichtigung der vorgesehenen Abschalttermine aller Kernkraftwerke in Deutschland.
AP5:
Gemeinsamer Abschlussbericht und Fertigstellung der Dissertationen.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Ingenieurwesen
Fertigstellung der Erfassung der technischen Randbedingungen des Rückbaus, der eingesetzten Verfahren und geplanten Rückbaukosten und -zeiten. Zudem wurden Kontaktaufnahmen mit im Rückbau tätigen Unternehmen durchgeführt. Literaturstudium zu den Themenbereichen Zukunftsforschung, Szenariotechniken und sozialwissenschaftlicher Forschung.

AP1: Humangeographie
Literaturstudium zu folgenden Themenbereichen: sozial-ökologische und sozio-ökonomische Resilienzforschung als Ansatz, um den regionalen Strukturwandel, der den Gemeinden bevorsteht, theoretisch erfassen zu können, Modell der Transition-Forschung und multi-level-perspective nach Geels für eine Systemerfassung und Einordnung der Forschungsthematik im erfassten System, Akteur-Netzwerk-Theorie zur Konstruktion gesellschaftlicher Zusammenhänge sowie zur Erfassung wichtiger Akteure und Identifizierung beeinflussender, materieller Gegebenheiten im Raum. Methodenliteratur zu qualitativer Forschung, d. h. Interviewführung und -auswertung sowie statistische Analyse mit IBM SPSS Statistics 21.
Erste Experteninterviews am Standort Biblis und Kontaktaufnahme für weitere qualitative Interviews sowie die Kontaktaufnahme für explorative Interviews zur Fragebogenerstellung.
Einarbeitung und Planung in verschiedene Themen der Zukunftsforschung (Szenario-Technik, explorativ empirisch-analytisches Vorgehen, normativ-intuitives Vorgehen, normativ-narrative Szenarien).
Durchführung des ersten Geländepraktikums mit Studierenden zur Wahrnehmung und Bewertung von kerntechnischen Anlagen in Karlsruhe im Sommersemester 2013.

4. Geplante Weiterarbeiten

Ing.: Für den nächsten Berichtszeitraum sind umfangreiche schriftliche Befragungen der in den Rückbau involvierten Mitarbeiter geplant sowie die Durchführung weiterer Experteninterviews. Ziel ist der Erhalt von Zwischenergebnissen zur Weiterverarbeitung.

HG: In der Humangeographie sind die Weiterführung der o.g. Literaturstudien, die Vorbereitungen eines weiteren Praktikums an den Standorten Biblis, Philippsburg und Obrigheim und die endgültigen Vorbereitungen und Durchführung der Feldphase mit verschiedenen Befragungstechniken in den Untersuchungsgemeinden geplant. Des Weiteren erfolgt eine methodische Vertiefung in die Fragebogenentwicklung und Konzepte der mixed methods.
Ebenso stehen die weitere Koordination der beiden Teilprojekte und das AP2 (Humangeographie & Ingenieurwesen) im Vordergrund.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
AREVA GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen	**02 S 9072A**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2012 bis 30.09.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 2.093.401,00 EUR	**Projektleiter:** Oberhäuser

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau von Kernkraftwerken findet die Zerlegung und Verpackung der Einbauten des Reaktordruckbehälters aus radiologischen Gründen unter Wasser statt. Diese Arbeiten sind zu einem großen Teil durch sich häufig wiederholende Routinetätigkeiten geprägt. In der Vergangenheit wurde dies mittels fernhantierter Werkzeuge weitgehend manuell durchgeführt. Eine entsprechende Automatisierung bzw. robotergestützte Handhabung ist derzeit nicht verfügbar.
Ziel des Forschungsvorhabens ist daher die Qualifizierung einer flexiblen Roboteranwendung für den (semi-) automatisierten Unterwasser-Einsatz zur Handhabung, Zerlegung und Messung von Reaktordruckbehältereinbauten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

TP1: Grundlagen, Auswahl, Beschaffung
- AP1.1 Spezifikation und Anforderungsanalyse
- AP1.2 Beschreibung der Anwendung
- AP1.3 Sicherheits- und Risikobewertung; Interventionskonzept
- AP1.4 Auswahl Roboter
- AP1.5 Beschaffung Roboter

TP2: Software und Steuerungsumgebung (Entwicklung und Implementierung)
- AP2.1 Simulationsumgebung und GUI
- AP2.2 Sensorintegration und Lageerkennung
- AP2.3 Intelligente Automatisierungsmethoden, Paket 1
- AP2.4 Intelligente Automatisierungsmethoden, Paket 2

TP3: Vorbereitung der Qualifizierung
- AP3.1 Vorbereitung der Qualifizierungsumgebung
- AP3.2 Inbetriebnahme und Vorversuche

TP4: Qualifizierung
- AP4.1 Qualifizierung an Luft
- AP4.2 Qualifizierung unter Wasser
- AP4.3 Qualifizierung des Gesamtsystems

TP5: Dokumentation
- AP5.1 Zusammenfassung und Dokumentation der Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1.1, AP1.2: In Fortführung der bisher durchgeführten Arbeiten wurde im Rahmen zusätzlicher Workshops das Lastenheft fertig gestellt. Es beinhaltet ein Referenzszenario, aus dem Anforderungen an das Gesamtsystem und die verschiedenen Teilsysteme abgeleitet und definiert wurden.

AP1.3: Im Rahmen einer FMEA wurde eine detaillierte Risikobewertung des Systems durchgeführt. Hierzu wurde das Gesamtsystem in sinnvolle Teilsysteme und nachfolgend Baugruppen untergliedert, die hinsichtlich ihrer Risiken bewertet wurden.

AP1.4, AP1.5: Die Arbeitspakete 1.4 und 1.5 sind abgeschlossen.

AP2.1: Die ausgewählte Software wurde beschafft.

AP2.2, 2.3: Abgeleitet vom Lastenheft wurde begonnen, Lösungen für die Lageerkennung und die zusätzlich erforderliche Sensoren zu untersuchen.
Teil des flexiblen Steuerungskonzepts ist die Möglichkeit zur Manipulation. Auch hierfür wurden verschiedene Lösungen untersucht, bewertet und ein Produkt angeschafft.

AP3.1, AP3.2: Die Qualifikationsumgebung ist eingerichtet, sie wird je nach Projektphase fortlaufend angepasst. Das Arbeitspaket 3.2 ist abgeschlossen.

TP4: Zur Vorbereitung der Qualifizierung wurde der Roboter hinsichtlich seiner Unterwasser-Tauglichkeit untersucht und mögliche Schwachstellen wurden entsprechend modifiziert.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1.1, AP1.2: Im nächsten Schritt wird aus dem Lastenheft das Pflichtenheft erarbeitet.

AP1.3: Basierend auf der Risikobewertung wird ein Interventionskonzept erarbeitet.

AP2.1: Es wird damit begonnen, erste Programmier- und Steuerungsaufgaben mit der Software zu bearbeiten. Parallel wird ein Konzept für das GUI entwickelt.

AP2.2, 2.3: Die begonnenen Arbeiten werden fortgeführt, das Gerät zur Manipulation wird in Betrieb gesetzt und weiterentwickelt.

TP4: Erste prinzipielle Unterwasser-Tests werden die Dichtheit des Systems verifizieren.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Im genannten Zeitraum wurde ein Posterbeitrag für die KONTEC 2013 erstellt. Es wurden jedoch keine Berichte veröffentlicht und keine Vorträge zum Thema gehalten.

Zuwendungsempfänger: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Hansastr. 27c, 80686 München	**Förderkennzeichen:** **02 S 9072B**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo)	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2012 bis 30.09.2015	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 579.661,00 EUR	**Projektleiter:** Berger

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Beim Rückbau von Kernkraftwerken findet die Zerlegung und Verpackung der Einbauten des Reaktordruckbehälters aus radiologischen Gründen unter Wasser statt. Diese Arbeiten sind zu einem großen Teil durch sich häufig wiederholende Routinetätigkeiten geprägt. In der Vergangenheit wurde dies mittels fernhantierter Werkzeuge weitgehend manuell durchgeführt. Eine entsprechende Automatisierung bzw. robotergestützte Handhabung ist derzeit nicht verfügbar.
Ziel des Forschungsvorhabens ist daher die Qualifizierung einer flexiblen Roboteranwendung für den (semi-)automatisierten Unterwasser-Einsatz zur Handhabung, Zerlegung und Vermessung von Reaktordruckbehältereinbauten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

TP1: Grundlagen, Auswahl, Beschaffung
- AP1.1 Spezifikation und Anforderungsanalyse
- AP1.2 Beschreibung der Anwendung
- AP1.3 Sicherheits- und Risikobewertung; Interventionskonzept
- AP1.4 Auswahl Roboter
- AP1.5 Beschaffung Roboter

TP2: Software und Steuerungsumgebung (Entwicklung und Implementierung)
- AP2.1 Simulationsumgebung und GUI
- AP2.2 Sensorintegration und Lageerkennung
- AP2.3 Intelligente Automatisierungsmethoden, Paket 1
- AP2.4 Intelligente Automatisierungsmethoden, Paket 2

TP3: Vorbereitung der Qualifizierung
- AP3.1 Vorbereitung der Qualifizierungsumgebung
- AP3.2 Inbetriebnahme und Vorversuche

TP4: Qualifizierung
- AP4.1 Qualifizierung an Luft
- AP4.2 Qualifizierung unter Wasser
- AP4.3 Qualifizierung des Gesamtsystems

TP5: Dokumentation
- AP5.1 Zusammenfassung und Dokumentation der Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1.1, AP1.2: In mehreren Workshops wurde der Umfang der Funktionalitäten definiert und diese in einem Lastenheft zusammengefasst, welches angenommen wurde. Daneben wurde ein Entwurf für das Pflichtenheft aufgesetzt, welcher aktuell bearbeitet wird.

AP1.3: Um die Bedienbarkeit des Robotersystems zu erhöhen, wird ein Masterarm mit Kraftrückkopplung angeschafft. Weil bei der Bedienung von diesem mit dem Auftreten von Singularitäten der Achsen zu rechnen ist, werden verschiedene Konzepte evaluiert, diese zu verhindern bzw. aufzulösen.

AP2.1: Eine Steuerung wird entworfen, mit der die Reihenfolge der Arbeitsschritte aller Teilkomponenten des Systems (Roboter, Säge…) festgelegt wird. Dabei wird definiert, wann die Zustimmung des Bedieners nötig ist und wie bei einer Unterbrechung des Vorgangs die Bearbeitung wieder an der entsprechenden Stelle fortgesetzt wird. Des Weiteren ist sicherzustellen, dass ein menschlicher Bediener stets intervenieren kann.

AP2.2: Erste Kamerasysteme, welche das Robotersystem sensorisch unterstützen sollen, wurden evaluiert. Besondere Untersuchungsschwerpunkte waren dabei die Wasserdichtigkeit und die Sicherstellung der Prozesssicherheit bei wechselnden Beleuchtungsverhältnissen.

AP2.3, AP2.4: Nach einer Evaluierung verschiedener Masterarm-Systeme befindet sich das geeignetste in der Beschaffung und wird voraussichtlich ab August 2013 zur Verfügung stehen. Bisher wurde ein eingeschränkt geeigneter Masterarm vom Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München (TUM) kostenfrei und zeitlich befristet zur Verfügung gestellt. Mit diesem konnten erste Vorversuche durchgeführt werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1.2, AP1.3: Auf Basis des Lastenhefts wird ein Pflichtenheft erstellt. Dieses soll unter anderem die Risiko-Bewertung berücksichtigen, welche v. a. durch den Projektpartner AREVA erfolgt. Diese wird im Anschluss von einer entsprechenden Institution zur Qualifizierung des Systems, z. B. dem TÜV, geprüft.

AP2.1: Gemäß den Anforderungen aus den APs 1.1, 1.2 und 1.3 wird mit dem Projektpartner AREVA eine Steuerung erstellt, mit der die Teilkomponenten angesteuert werden.

AP2.2, 2.3, 2.4: Es wird ein geeignetes Kamerasystem mit Bildverarbeitung beschafft werden. Im Anschluss wird die Software dazu erstellt. Die mit dem entliehenen Masterarm gewonnenen ersten Erkenntnisse werden auf das finale System übertragen und verfeinert, beispielsweise um die Verzögerungszeiten.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Niedersächsische Technische Hochschule (NTH), Adolph-Roemer-Str. 2A, 38678 Clausthal-Zellerfeld	**Förderkennzeichen:** **02 S 9082A**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 11.426.652,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Röhlig

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Forschungsplattform ENTRIA befasst sich mit Optionen zur Entsorgung hochradioaktiver (wärmeentwickelnder) Reststoffe. Ausgehend vom aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik zur nuklearen Entsorgung soll disziplinäre und interdisziplinäre Forschung zu folgenden technischen Schlüsseloptionen betrieben werden: Endlagerung in tiefen geologischen Formationen ohne Vorkehrungen zur Rückholbarkeit („wartungsfreie Tiefenlagerung"), Einlagerung in tiefen geologischen Formationen mit Vorkehrungen zur Überwachung und Rückholbarkeit sowie Oberflächenlagerung.
ENTRIA zielt auf eine Förderung des wissenschaftlichen Austauschs und der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den mit der Entsorgung radioaktiver Reststoffe befassten Natur-, Ingenieur-, Geistes-, Rechts- und Sozialwissenschaftlern, auf die Durchführung einschlägiger Forschung sowie auf eine disziplinäre und interdisziplinäre Aus- und Weiterbildung wissenschaftlichen Nachwuchses ab. Die Plattform führt die Ergebnisse zu den technischen Schlüsseloptionen sowie einschlägige Resultate anderer Einrichtungen zusammen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Vorhaben unterscheidet zwischen Vertikal- und Transversalprojekten. Die Vertikalprojekte befassen sich systematisch mit ausgewählten Aspekten jeweils einer der drei Entsorgungsoptionen. Die Transversalprojekte untersuchen hingegen mehrere Entsorgungsoptionen hinsichtlich übergreifender Aspekte. Sie tragen entscheidend zum Erreichen der übergreifenden Ziele der Plattform bei und stellen die Interdisziplinarität sicher.

Transversalprojekt:	Synthese, Koordination und Kommunikation (2 Arbeitspakete)
Transversalprojekt:	Technikfolgenabschätzung und Governance (4 Arbeitspakete)
Transversalprojekt:	Ethisch-moralische Begründung, rechtliche Voraussetzungen und Implikationen (2 Arbeitspakete)
Transversalprojekt:	Interdisziplinäre Risikoforschung (6 Arbeitspakete)
Vertikalprojekt:	Endlagerung in tiefen geologischen Formationen ohne Vorkehrungen zur Rückholbarkeit (wartungsfreie Tiefenlagerung) (3 Arbeitspakete)
Vertikalprojekt:	Einlagerung in tiefen geologischen Formationen mit Vorkehrungen zur Überwachung und Rückholbarkeit (7 Arbeitspakete)
Vertikalprojekt:	Oberflächenlagerung (3 Arbeitspakete)

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Transversalprojekte, u. a.:
- Planung, Organisation und Durchführung des Auftakttreffens (Goslar, 24. bis 26.04.2013)

- Konzeption des Internetauftritts (online seit dem 17.06.2013) sowie des Intranets, Anforderung und Zusammenstellung der benötigten Informationen von allen Verbundpartnern, technische Umsetzung
- Recherche und Vergleich von ausländischen und internationalen Organisationen entwickelten Bewertungsgrundlagen
- Recherchen zu Risikowahrnehmung und -kommunikation
- Literaturrecherchen, u. a. zur Dosismodellierung für den Langzeitsicherheitsnachweis sowie zur Radionuklidmigration in Böden und im Grundwasser
- erste Untersuchungen zur Uranaufnahme von Maispflanzen

Vertikalprojekte, u. a.:
- Erarbeitung von Anforderungsprofil und Struktur für den Bericht zur wartungsfreien Tiefenlagerung
- Literaturrecherche zur Endlagerung radioaktiver Reststoffe und zu Analogien, beispielsweise im Bereich der Endlagerung chemotoxischer Abfälle
- Literaturrecherchen zur Rückholbarkeit von radioaktiven Abfällen, zu Rückholbarkeitsoptionen und zum Stand der Technik im internationalen Umfeld
- Recherche zu deutschen und ausländischen Zwischenlagern; kritische Überprüfung der bestehenden, konstruktiven Bemessungskonzepte in Bezug auf extreme, äußere Einwirkungen
- Entwicklung von Instandsetzungskonzepten zur Erhaltung der baulichen Substanz

4. Geplante Weiterarbeiten

Transversalprojekte, u. a.:
- Vorbereitung und Durchführung eines AP-Bearbeiter-Treffens (Braunschweig, 12. bis 14.09.2013) sowie des zweiten Projekttreffens (Karlsruhe, 21. bis 23.11.2013)
- Überprüfung der Auswahl der drei Optionen zur Endlagerung
- Entwicklung eines Rasters für den Risikovergleich
- Vorbereitung von (Leitfäden für) qualitative Interviews mit kommunalpolitischen Akteuren
- Materialiensammlung zu den Rechtsfragen der End-/Zwischenlagerung und Erläuterung des Standortauswahlgesetz
- Weiterführung der Untersuchungen zur Uranaufnahme von Nutzpflanzen

Vertikalprojekte, u. a.:
- Entwicklung und Auswahl zu untersuchender Rückholungskonzepte
- Bewertung der unterschiedlichen Ansätze in den Bereichen Monitoring, Endlagerbehälter sowie Handhabungs- und Bergungssysteme
- (Weiter-)Entwicklung eines nach heutigem Stand von Wissenschaft und Technik sicher umsetzbaren Monitoring- und Rückholkonzepts

5. Berichte, Veröffentlichungen

Li, X.; Plischke, E.; Röhlig, K.-J. (2013): RESUS: A new software platform for Repository Simulation, Uncertainty propagation and Sensitivity analysis (erscheint in Reliability Engineering & System Safety)
Missal, C.; Stahlmann, J.; Roehner, M.; Hahn, P. (2013): Underground Infrastructure Rooms in Squeezing Rock – Geotechnical Conditions in the Konrad Mine during the Conversion to a Repository for Radioactive Waste; 47th US Rock Mechanics / Geomechanics Symposium, San Francisco (23.06.-26.06.2013)
Roßegger, U.; Smeddinck, U.: Materialien zur Endlagersuchgesetzgebung III, Rechtswissenschaftliche Arbeitspapiere der TU Braunschweig – RATUBS 2/2013
Roßegger, U.; Smeddinck, U.: Partizipation bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe unter besonderer Berücksichtigung des Standortauswahlgesetzes (erscheint in Natur + Recht)
Smeddinck, U.: Überblicksartikel zum Teilprojekt 3.2 (erscheint in Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis TATuP)
Stahlmann, J.; Mauke, R.; Mohlfeld, M.; Missal, C. (2013): Monitoring of Sealing Dams – Experiences from a Test Set-up at the Repository ERAM, Germany; Monitoring in Geological Disposal of Radioactive Waste – Conference and Workshop, Luxemburg (19.03.-21.03.2013)

Zuwendungsempfänger:	**Förderkennzeichen:**
Freie Universität Berlin, Kaiserwerther Str. 16-18, 14195 Berlin	**02 S 9082B**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 997.176,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Schreurs

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel ist die politik- und sozialwissenschaftliche Analyse der Entwicklung einer Endlagerungsstrategie für nukleare Abfälle in Deutschland. Einen Schwerpunkt bildet die Analyse von Akzeptanzproblemen und Konfliktlagen sowie deren Regelungsmechanismen. Ferner wird eine international vergleichende Analyse von Endlagerungs-Governance durchgeführt.

Das Teilprojekt ist in den Transversalprojekten „Koordination und Kommunikation“, „Technikfolgenabschätzung und Governance“ und „Interdisziplinäre Risikoforschung“ verankert. Die Module 1 und 4 werden arbeitsteilig mit ITAS bearbeitet. Alle Module haben Querverbindungen zu Teilprojekten mit interdisziplinären Schnittstellen, insbesondere zu denen, die internationale Erfahrungen und Möglichkeiten der Übertragung von erfolgreichen Politikinstrumenten beinhalten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Akteurs-Analysen (gemeinsam mit ITAS)
AP2: Akzeptanz und Konflikte
AP3: Governance im Mehr-Ebenen-System
AP4: Endlagerungskonzepte und Optionen im internationalen Vergleich
AP5: Politikinstrumente und Institutionen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Arbeiten an den Arbeitspaketen 1, 3 und 4 wurden begonnen.
Das AP1 dient der Identifikation von Schlüsselakteuren und deren Interessen, ihrer Wertesysteme und Ansichten und der Sondierung, ob es Wege für konstruktive Dialoge und zu Problemlösungen gibt. Dazu wurden die relevanten Hauptakteure identifiziert, ein Kriterienraster für die Analyse entwickelt und die Charakteristika der Akteurgruppen synoptisch dargelegt. In diesem Kontext wurden mehrere Veranstaltungen besucht, wie das Forum zum Standortauswahlgesetz (StandAG) des BMU, die Expertenanhörung im Umweltausschuss des Bundestags sowie das Fachgespräch „Atomhaftung und Rückstellungen der AKW-Betreiber“, das durch die Bundestagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen im Deutschen Bundestag organisiert wurde.
Im AP3 wurde eine Sichtung der Literatur vorgenommen und ein erstes Konzeptpapier verfasst, das zur späteren Analyse der Mehrebenenprozesse in der Endlager-Governance dienen soll.
Im AP4 wurden in einem Ländervergleich Governance-Konzepte und Formen von Öffentlichkeitsbeteiligung gesichtet. Dazu wurden erste Schritte zur Auswertung der internationalen Erfahrungen gemacht. Zunächst wurden 21 Länder ausgewählt, die näher sondiert wurden bzw. werden.

Zu diesem Zweck ist ein Kategorienraster entwickelt worden, was für alle zu analysierenden Länder angewendet wird. Das Raster setzt sich aus folgenden Kategorien zusammen: eine kurze Beschreibung der derzeitigen Entsorgung und Form der Finanzierung; Entsorgungskonzepte; rechtliche und institutionelle Rahmenbedingungen; Stand der Endlagersuche, Pläne und Standortauswahl-Prozesse; Informationspolitik und Öffentlichkeitsarbeit sowie Form der gesellschaftlichen Beteiligung und Partizipationsformen. Darüber hinaus ist ein Template für die Sammlung relevanter Daten in Form eines „Fact Sheet" entwickelt worden. Die Durchführbarkeit des Formats wurde am Beispiel Belgiens getestet. Nach der Komplettierung aller Länder-Fact Sheets werden auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse maximal sechs vertiefende Fallstudien zur Entwicklung in Europa und außerhalb angefertigt
Am 10. und 11.03.2013 hat das FFU im Rahmen von AP4 in Berlin die Konferenz „Comparing Japanese and German Approaches to Denuclearisation and Energy System Transformation" in Zusammenarbeit mit der Hokkaido Universität organisiert. Außerdem wurde ein Expertenworkshop im Rahmen des internationalen Meetings der „REFORM Group" vorbereitet, der im August in Salzburg stattfinden wird. Zwei Tage sind der Endlagerproblematik gewidmet. Dafür hat das FFU Team das Programm konzipiert und internationale ReferentInnen eingeladen.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1: Input-Papier zur Akteuranalyse, 1 Veröffentlichung
AP3: 8. - 23. 08. 2013: Sommerschule Politische Ökologie in Wietow
AP3: Fertigstellung des Konzeptpapiers MLG, Ausarbeitung eines theoretischen Rahmens
AP4: 26. - 27.08.2013: 18th REFORM Group Meeting – Session „Long term Nuclear Waste Storage and Management – International State of the Art"
AP4: Proceedings der Konferenz
AP4: Erstellung von Fact Sheets von ca. 15 internationalen Fallbeispielen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Schreurs, M.A. (2013): The International Reaction to the Fukushima Nuclear Accident and Implications for Japan, in: Yoshida, F.; Schreurs, M. (Ed) (2013): Fukushima: A Political Economic Analysis of a Nuclear Disaster, Sapporo: Hokkaido University Press, pp. 1-20.
Yoshida, F.; Schreurs, M.A. (Eds) (2013): Fukushima: A Political Economic Analysis of a Nuclear Disaster, Sapporo: Hokkaido University Press
Schreurs, M.A. (2013): Orchestrating a Low-Carbon Energy Revolution Without Nuclear: Germany's Response to the Fukushima Nuclear Crisis, in: Theoretical Inquires in Law, Vol. 14, Issue1, 83-108
Brunnengräber, A., Mez, L., Di Nucci, M.R., Schreurs, M. (2012): Nukleare Entsorgung: Ein „wicked" und höchst konfliktbehaftetes Gesellschaftsproblem, in: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis, Nr. 3, 21. Jahrgang - Dezember 2012, Heft 3, S. 59-64
Brunnengräber, A.: Beteiligungsprozesse bei der Endlagersuche. Präsentation am 1.03.2013 im Rahmen des Treffens Springkraut in der Rosa-Luxemburg-Stiftung, Boom informeller Beteiligungsprozesse - Erfolg oder Sackgasse?
Di Nucci, M.R.: Nuclear Waste Management in Germany: Political and societal challenges. Präsentation am 11.3.2013 bei der Konferenz "Comparing Japanese and German Approaches to Denuclearization and Energy System Transformation"
Mez, L.: Germany's Nuclear Phase Out Policy. Präsentationen am 11.3.2013 bei der Konferenz "Comparing Japanese and German Approaches to Denuclearization and Energy System Transformation", am 22.5.2013 bei einer Besuchergruppe von japanischen Energiejuristen „Nuclear Power and Climate Protection Policy" und am 28.6.2013 bei der "TERI Summer Class" in Berlin.

Zuwendungsempfänger: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Christian-Albrechts-Platz 4, 24118 Kiel	**Förderkennzeichen:** **02 S 9082C**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 572.604,00 EUR	**Projektleiter:** Prof. Ott

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufgabe des Transversalprojektes und der einzelnen Teilprojekte ist eine umfassende ethische Explikation und Beförderung von Rechtfertigungsrationalität für eine konsensuale Endlagersuche. Dazu zählen die Entwicklung von Abwicklungskriterien unter diskursethischen Beurteilungsmodellen sowie die Entwicklung eines Suchprozesses, der von allen Beteiligten als gerecht empfunden werden kann. Des Weiteren stellt die Durchführung eines Verfahrens der Bürgerbeteiligung (Bürgerforum) eine zentrale Wegmarke da. Unter demokratietheoretischen Gesichtspunkten sollen ferner Konfliktbearbeitung und der Umgang mit Dissensen verbessert werden, um die Akzeptanz von Entscheidungen zu erhöhen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- Begriffsanalyse
- Operationalisierung der Begriffe
- Literaturrecherche und –auswertung
- Entwicklung von Kriterien für die Bewertung der möglichen Entsorgungsoptionen und ihrer Standorte
- Normative Analyse der politischen Positionen und legislativen Prozesse
- Identifikation der Bedingungen einer diskursiven Rechtfertigung von Standort- und Optionsbestimmungen
- Konzeptionelle Entwicklung eines modularen Verfahrenskonzeptes zu einer transparenten und fairen Standortsuche
- Konzeption, Durchführung und Auswertung eines Delphi-Verfahrens unter Experten
- Konzeption, Durchführung und Auswertung eines Bürgerforums
- Aufbereitung der Teilprojekte 1-7 für die wissenschaftliche Politikberatung
- Kontinuierliche und angebotsorientierte Zuarbeit für die Forschungsplattform

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Aufnahme der Beschäftigung Moritz Riemann: 01.05.2013.
Die ersten Monate der Arbeit galten der Erweiterung des Begriffsfeldes um demokratietheoretisch relevante Konzepte sowie der ersten Analyse ihrer Implikationen. Hierzu wurde ein Archiv angelegt, welches permanent aktualisiert und um relevante Forschungsliteratur ergänzt wird.
Aus aktuellem Anlass wurde das am 5. Juli vom Bundesrat beschlossene Standortauswahlgesetz einer intensiven Prüfung, v. a. seiner normativen Grundlagen unterzogen. Die Ergebnisse der Analyse wurden zunächst auf einer Tagung in der evangelischen Akademie Loccum diskutiert und anschließend auf dem Forum zum Standortauswahlgesetz in Berlin präzisiert.
Ein Vortrag zur Verortung des Arbeitspaketes innerhalb der Plattform befindet sich derzeit in Ausarbeitung und wird beim nächsten Arbeitsgruppentreffen im September 2013 vorgestellt

4. Geplante Weiterarbeiten

Fortsetzung der Begriffsanalyse und Operationalisierung,
Ausarbeitung eines Vortrages zu den ethischen Problemen der Endlagersuche in deutscher und englischer Fassung,
Durchführung eines interdisziplinären Workshops in Papenburg,
Evaluation eines früheren Zeitpunktes für das geplante Bürgerforum (2015).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen	**Förderkennzeichen:** **02 S 9082D**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	**Berichtszeitraum:** 01.01.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.431.310,00 EUR	**Projektleiter:** Dr. Hocke-Bergler

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Suche nach innovativen Sachlösungen bei den 3 Schlüsseloptionen der nuklearen Entsorgung in Deutschland in einem optimierten Verfahren bedarf systematischer „Gegenwartsdiagnose und Problemdefinition“ sowie einer vertieften Reflexion über vorhandene und zu schaffende Schnittstellen, die die Einbindung der formellen und informellen Entscheidungsprozesse unter zivilgesellschaftlichen Bedingungen sicherstellen. Dazu sind plausible Governance-Konzepte und Handlungsoptionen zu präzisieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

ITAS-A „Governance 1:	„Gegenwartsdiagnose und Problemdefinition“ (Analyse der Positionen von Schlüsselakteuren bei der Definition des Entsorgungsproblems und dabei auftretenden Konfliktlinien)
ITAS-B „Governance 2:	Schnittstellen zwischen formellem und informellem Prozess“ (Analyse etablierter Prozesse problemorientierter Entscheidungsfindung und Diskussion alternativer Ansätze der Entscheidungsvorbereitung)
ITAS-C:	„Auswege aus klassischen Dilemmata der Entscheidungsfindung“ (unter Verwendung verschiedener empirischer Instrumente wie z. B. Fokusgruppen)
ITAS-D / FU Berlin:	Auswertung internationaler Erfahrungen anhand ausgewählter Staaten“ (Internationaler Vergleich mit qualitativen Fallstudien)
ITAS-E:	Koordination Transversalprojekt „Technikfolgenabschätzung und Governance“

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

ITAS-A „Problemdefinition“ zu Schlüsselfragen technischer Sicherheit und technischen Monitorings (aufbauend auf Verknüpfung von Analysen zu technischem und sozialem Monitoring in TATuP H3/12 / erschienen Ende Januar 2013) und Aufarbeitung der dargestellten Problemwahrnehmungen bei Kick-off-Meeting des Projektes in Goslar plus erste Analyse der aktuellen Problemlage in der deutschen Endlagerpolitik (Hocke 2013a / i.E.) (erste empirische Leitfaden-Interviews);
ITAS-B: Verfassen erster Arbeitspapiere zur Planungs- und Genehmigungproblematik bei nuklearen Endlagerstätten und zur Entwicklung des Standortauswahlgesetzes (StandAG) unter besonderer Berücksichtigung der Beteiligung von Öffentlichkeit und „New Governance“-Aspekten (teilnehmende Beobachtung beim BMU-Forum Endlagergesetz Ende Mai 2013);
ITAS-D / Kooperation ITAS und FU Berlin: Dokumentation und erste Auswertungen einschlägiger Forschungsliteratur zur Schweiz und zu Schweden sowie Erstellen eines ersten Vergleichskonzepts (Vergleichskriterien);
Arbeitspaket übergreifend 1: Aufarbeitung und Dokumentation des Forschungsstandes zu Governance und intermediären Schnittstellen abgeschlossen;
Arbeitspaket übergreifend 2: Gründung und Etablierung der ITAS-internen Arbeitsgruppe, die das Projekt über die komplette Laufzeit begleiten wird (ITAS-ENTRIA-Mitarbeiter und vier assoziierte Kollegen mit Kompetenzen für technische und partizipatorische Fragen sowie empirische Sozialwissenschaften und Fokusgruppen; Arbeitstreffen seit Anfang 2013).

4. Geplante Weiterarbeiten

- Abschluss der ersten Analyse zur aktuellen Problemdefinition in der Endlager-Forschung / Fokussierung auf die Problemwahrnehmungen der ENTRIA-Partner in TP1 und Auswertung der Diskussionen zu diesem Punkt nach dem ersten Treffen des Transversalprojekts (Ende Sept. 2013);
- Monitoring als technisch-soziales Vorhaben und die Entwicklung von langfristig agierenden Institutionen, die die Überwachung und Entscheidung über ungewöhnliche Zeiträume sicherstellen („long-term stewardship“);
- Internationaler Vergleich: Endauswahl der Staaten mit HAA-Endlagerpolitik, die aus der größeren Staatengruppe für eine vertiefte Analyse herangezogen werden, und Festlegung der einschlägigen Vergleichskriterien (6 bis 8 Staaten, ITAS übernimmt daraus die Schweiz und vermutlich Schweden).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Hocke, P. / Bergmans, A. / Kuppler, S. (2013/2012): Guaranteeing Transparency in Nuclear Waste Management. Monitoring as Social Innovation. Introduction to the Thematic Focus. In: TATuP 21/3, S. 10-15 (ebenso in dt. Übersetzung S. 5-10) (erschienen Jan. 13)
Hocke (2013a / i.E.): Nach dem Konsens ist vor dem Konsens. Deutsche Endlagerkonflikte zwischen Gesetzgebung und simulierter Bürgernähe? In: Endlagersuche - gemeinsam mit den Bürgern! Information, Konsultation, Dialog, Beteiligung, Monika C.M. Müller (Hg.), Loccum (Loccumer Protokolle)
Hocke, P. / Röhlig, K.J. (2013): Challenges of Communicating Safety Case Results to Different Audiences. Paper prepared for the OECD-NEA Symposium “The Safety Case for Deep Geological Disposal of Radioactive Waste 2013: State of the Art”, Paris 7.-9. Oktober (eingereicht Ende Juli 2013)
Kuppler / Hocke (2013/2012): Monitoring in einem Pilotlager. Kontrollierte Deponierung von Nuklearabfällen im Konzept eines Schweizer Tiefenlagers. In: TATuP 21/3 (2012), S. 43-51

Zuwendungsempfänger: Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen	**Förderkennzeichen:** **02 S 9082E**
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen	
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2013 bis 31.12.2017	**Berichtszeitraum:** 01.06.2013 bis 30.06.2013
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.658.997,00EUR	**Projektleiter:** Prof. Dr. Geckeis

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Eine radiologische Belastung von Natur und Mensch als Folge einer Endlagerung oder Langzeitzwischenlagerung hochradioaktiver Abfälle bedingt die Freisetzung von Radionukliden aus dem entsprechenden Lager. Eine Grundvoraussetzung für die radiologische Bewertung einer Entsorgungsoption sind Radionuklidquellterme unter Annahme eines Wasserzutritts zur Abfallform. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass eine Langzeitzwischenlagerung bzw. eine Rückholung von Abfallprodukten aus einem geologischen Endlager zu einer erhöhten Dosisbelastung der Beschäftigten beitragen kann. Im Rahmen des Vorhabens werden zum einen Quellterme für stilisierte Entwicklungen geologischer Endlager in Steinsalz und Tonstein mit denjenigen möglicher oberflächennaher bzw. auf der Erdoberfläche gelegener Langzeitzwischenlager verglichen, und zum anderen Verfahren für die individuelle Dosimetrie für Beschäftigte in Entsorgungsanlagen entwickelt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Im Arbeitspaket „Radionuklidquellterme für verschiedene Entsorgungsoptionen“ (AP3.4.4) werden geochemische Randbedingungen für die zu untersuchenden Entsorgungsoptionen abgeschätzt und darauf aufbauend Radionuklid-Quellterme abgeleitet. Unter Verwendung geochemischer Programmcodes werden Modelle entwickelt, die eine Radionuklidmigration in den unterschiedlichen Lagerkonzepten beschreiben können. Experimentelle Arbeiten zur Überprüfung der geochemischen Rechnungen sowie zur Validierung bzw. Verbesserung der vorhandenen thermodynamischen Datenlage sind ein wichtiger Teil des Arbeitspakets.
Das Arbeitspaket „Individuelle Dosimetrie für Beschäftige in Entsorgungsanlagen“ (AP3.4.5) beinhaltet Untersuchungen zur Langzeitzwischenlagerung sowie zur Rückholung aus einem geologischen Endlager. Die derzeit übliche Abschätzung der Dosisbelastungen beruflich strahlenexponierter Personen beruht auf der Anwendung herkömmlicher Dosimetriemethoden und gemittelter Messdaten. Die Modellierung von Strahlenfeldern in Lagern für hochradioaktive Abfälle, die Entwicklung angepasster Dosimetriestrategien, die Beschreibung von Beschäftigungsabläufen mit Hilfe von Ablaufsimulationen und MCNP Modellierungen erlauben die Abschätzung Strahlenexpositionen für bestimmte Tätigkeitsabläufe und damit der individuellen Dosisbelastung.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Der Eingang des Bewilligungsbescheids erfolgte erst am 29.04.2013. Prof. Geckeis sowie Drs. Becker, Fellhauer und Metz beteiligten sich am ENTRIA-Auftakttreffen. Sie stellten die Arbeitspakete vor und begannen mit ENTRIA-Projektpartnern Querverbindungen und gemeinsame Festlegungen zu diskutieren.
AP3.4.4: Status: Die Arbeiten in diesem Arbeitspaket wurden im Wesentlichen von Drs. Fellhauer und Metz durchgeführt. Es wurde mit der Sichtung von Literatur zu thermodynamischen Daten und Parametern der im Endlagerkontext wesentlichen chemischen Elemente begonnen. Veröffentlichte Berichten von Endlagerprojekten in Steinsalz und Tonstein wurde herangezogen, um die geochemischen Randbedingungen für generische Endlager in dieser Art geologischer Formationen zu diskutieren. Eine Doktorandenstelle zur Thematik experimentelle Überprüfung geochemischer Rechnungen wurde ausgeschrieben (Bewerbungsfristende 08/2013); erste Bewerbungen geeigneter Kandidat(inn)en sind eingegangen.
AP3.4.5: Status: Dr. Becker hat zusammen mit Studenten Testexperimente zu Fässerbergungsexperimente am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (KIT-TMB) durchgeführt. Dabei wurden erste Erfahrungen zu Möglichkeiten der Untersuchung von Bewegungsabläufen bei der Bergung von Fässern gewonnen: Es wurde ein 3-D Kamerasystem eingesetzt, welches es erlaubt Bewegungsabläufe aufzuzeichnen und zu analysieren, um daraus Rückschlüsse auf die Dosimetrie für Beschäftige bei solchen Arbeitsabläufen zu erlangen. Eine Post-Doc- und Doktorandenstelle (Bewerbungsfristende 07/2013) zur Thematik wurden ausgeschrieben; erste Bewerbungen geeigneter Kandidat(inn)en sind eingegangen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Teilnahme von Drs. Becker, Fellhauer und Metz am ENTRIA-Arbeitspaketbearbeiter Treffen im September 2013 (in der TU Braunschweig).
AP3.4.4:. Beim Treffen der Arbeitspaketbearbeiter sind die zu untersuchenden Randbedingungen für die verschiedenen Entsorgungsoptionen mit den anderen Bearbeitern des Verbundprojektes abzustimmen und festzulegen. Unabhängig hiervon stellt die vertiefte Sichtung und teilweise Beurteilung der im Arbeitspaket notwendigen Literatur zu thermodynamischen Daten und Parameter sowie Modellen, einen weiteren Punkt der geplanten Arbeitsfortführung dar. Auswahl, Einstellung und Einarbeitung einer/eines geeigneten Kandidatin/Kandidaten für die ausgeschriebene Doktorandenstelle. Im weiteren Verlauf sollen die geochemischen Randbedingungen für die zu untersuchenden Entsorgungsoptionen (u. a. mittels thermodynamischer Modellrechnungen) abgeschätzt werden. Darauf aufbauend sollen Radionuklid-Quellterme (u. a. mittels thermodynamischer Modellrechnungen) für die verschieden Lagerkonzepte abgeleitet und miteinander verglichen werden.
AP3.4.5: Beim Treffen der Arbeitspaketbearbeiter Abstimmung zur weiteren Vorgehensweise mit den ENTRIA APs3.4.2, 3.6.1, 3.7.1, 3.7.2. Auswahl, Einstellung und Einarbeitung einer/eines geeigneten Kandidatin/Kandidaten für die ausgeschriebene Post-Doc- und Doktorandenstelle. Literaturrecherche zum Thema, Planung zur Erstellung generischer Endlager- und Langzeitzwischenlagermodelle und Sammlung von Informationen zu Lagerbehältern und deren Inhalt (abgebrannter Kernbrennstoff; Glaskokillen) sowie Erstellung von Entwürfen zu Simulationen repräsentativer Strahlenfelder in Lagern für hochradioaktive Abfälle.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

2.3 Ausführende Forschungsstellen

AREVA GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen

02 S 8861 Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik 📖 58

02 S 9072A Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo) 📖 96

Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen

02 S 9012A Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe (RaChaG) 📖 74

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) 📖 28

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Christian-Albrechts-Platz 4, 24118 Kiel

02 S 9082C Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen 📖 104

Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Am Heegwald 4, 76227 Karlsruhe

02 S 8841 Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) 📖 54

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 📖 44

Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich

02 S 8790 Entsorgung von bestrahltem Graphit 📖 46

02 S 9022B Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging) 📖 80

02 S 9052A Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch promt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide) 📖 90

Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Hansastr. 27c, 80686 München

02 S 9072B Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo) 📖 98

Freie Universität Berlin, Kaiserwerther Str. 16-18, 14195 Berlin

02 S 9082B Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen 📖 102

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

02 S 8608 ASTU Automatisierte Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage 🕮 32

02 S 8709 Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) 🕮 34

02 S 8770 Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung 🕮 42

02 S 8821 Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) 🕮 50

02 S 8851 Internationale Rückbautechniken und Managementmethoden für kerntechnische Anlagen – Eine wissenschaftliche Analyse des internationalen Standes der Technik (IRMKA) 🕮 56

02 S 8871 Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik 🕮 60

02 S 8881 Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen 🕮 62

02 S 8921 Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen 🕮 70

02 S 9062 Technische, wirtschaftliche, soziale und politische Fragen durch den Rückbau eines Kernkraftwerks auf regionaler und lokaler Ebene – Analyse aktueller Beispiele in Baden-Württemberg zur Erstellung eines Zukunftsmodells (FoRK) 🕮 94

Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

02 S 8730 Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) 🕮 40

02 S 9032B Verbundprojekt: Zerlegung von Reaktorkomponenten aus Zirkalloy beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ZIRKUSS) 🕮 86

Niedersächsische Technische Hochschule (NTH), Adolph-Roemer-Str. 2A, 38678 Clausthal-Zellerfeld

02 S 9082A Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen 🕮 100

NUKEM Technologies GmbH, Industriestr. 13, 63755 Alzenau

02 S 9032A Verbundprojekt: Zerlegung von Reaktorkomponenten aus Zirkalloy beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ZIRKUSS) 🕮 84

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Templergraben 55, 52062 Aachen

02 S 9022A Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging) 🕮 78

02 S 9042 Rückbau von Forschungs- und Leistungsreaktoren Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Berechnung der Aktivitätsverteilungen und Ortdosisleistungen in kerntechnischen Anlagen am Beispiel des Forschungsreaktors FRJ-2 in Jülich 🕮 88

SAT Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms

02 S 8911 Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen 🕮 68

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

02 S 8831 Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) 🕮 52

Siemens Aktiengesellschaft, Wittelsbacher Platz 2, 80333 München

02 S 9022C Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging) 🕮 82

Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld

02 S 8720 Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) 🕮 38

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) 🕮 36

02 S 9082D Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen 🕮 106

02 S 9082E Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen 🕮 108

Technische Universität Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 8, 09599 Freiberg

02 S 8901 Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) 🕮 66

Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden

02 S 8891 Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) 🕮 64

Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München

02 S 9001 Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des Nuklidinventars in bituminierten Abfallgebinden 🕮 72

02 S 9012B Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe (RaChaG) 🕮 76

02 S 9052B Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch promt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide) 🕮 92

Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 400, 01328 Dresden

02 S 8801 Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall- und Reststofflösungen 📖 48

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) 📖 30