

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

PTE-S Nr. 30

BMBF geförderte FuE zu
„Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

Berichtszeitraum: 1. Januar - 30. Juni 2015

Projektträger Karlsruhe
Wassertechnologie und Entsorgung
(PTKA-WTE)

Oktober 2015

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 Bildung und Forschung (BMBF) Projektträger für den Programmbereich „Begleitforschung zu Stilllegung, Rückbau und Entsorgung kerntechnischer Versuchsanlagen“.

Im Rahmen dieses Auftrages betreut der Projektträger PTKA-WTE für das BMBF Referat 715 die FuE-Vorhaben zu Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen.

Der vorliegende Fortschrittsbericht dokumentiert Stand und Ergebnisse dieser FuE-Vorhaben. Er wird von PTKA-WTE *halbjährlich* herausgegeben, um die Öffentlichkeit über die durchgeführten Forschungsarbeiten zu informieren.

Der Bericht behandelt die **FuE-Vorhaben** zu „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“ und gliedert sich wie folgt:

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

Über die **Stilllegungsprojekte** im Geschäftsbereich des BMBF wurde in Form von formalisierten Zwischenberichten letztmalig im Halbjahresbericht PTE-S Nr. 27 berichtet.

Über die **Stilllegungsprojekte** im Geschäftsbereich des BMBF wird künftig der für das BMBF Referat 715 für diese Aufgabe zuständige Projektsteuerer, die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS), informieren.

Inhaltsverzeichnis

1	FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“	1
1.1	Fördervorhaben	1
1.2	Formalisierte Zwischenberichte	5
1.3	Forschungsstellen.....	75

1 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

1.1 Fördervorhaben

02 S 8821	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 6
02 S 8841	Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)	Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Karlsruhe	📖 8
02 S 8871	Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 10
02 S 8881	Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 12
02 S 8911	Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen	SAT Kerntechnik GmbH, Worms	📖 14
02 S 8921	Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 16
02 S 9001	Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des Nuklidinventars in bituminierten Abfallgebinden	TU München	📖 18
02 S 9012A	Erhebung von Nuklidvektoren in komplexen radiochemischen Laboren mit Unterstützung durch ein Programm zur Gebäudefreigabe (RaChaG)	Brenk Systemplanung GmbH, Aachen	📖 20
02 S 9022A	Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	📖 22
02 S 9022B	Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	Forschungszentrum Jülich GmbH	📖 24
02 S 9022C	Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)	Siemens Aktiengesellschaft, München	📖 26
02 S 9042	Rückbau von Forschungs- und Leistungsreaktoren Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Berechnung der Aktivitätsverteilungen und Ortsdosisleistungen in kerntechnischen Anlagen am Beispiel des Forschungsreaktors FRJ-2 in Jülich	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	📖 28

02 S 9052A	Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch prompt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide)	Forschungszentrum Jülich GmbH	📖 30
02 S 9052B	Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch prompt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide)	TU München	📖 32
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)	📖 34
02 S 9072A	Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo)	AREVA GmbH, Erlangen	📖 36
02 S 9072B	Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo)	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München	📖 38
02 S 9082A	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	Niedersächsische Technische Hochschule (NTH), Clausthal-Zellerfeld	📖 40
02 S 9082B	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	Freie Universität Berlin	📖 42
02 S 9082C	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel	📖 44
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)	📖 46
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)	📖 48
02 S 9093A	Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 50
02 S 9093B	Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Herrenknecht AG, Schwanau	📖 52

02 S 9093C	Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Leibniz Universität Hannover	📖 54
02 S 9093D	Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Kraftanlagen Heidelberg GmbH	📖 56
02 S 9113A	Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 58
02 S 9113B	Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)	AREVA GmbH, Erlangen	📖 60
02 S 9113C	Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)	VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.	📖 62
02 S 9134	Angepasstes Seilschleifen komplexer, metallischer Strukturen (Sekomet)	Leibniz Universität Hannover	📖 64
02 S 9144	Voruntersuchung Wiederverwertbarkeit seltener Metalle beim Rückbau kerntechnischer Anlagen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen	📖 66
02 S 9154	Verfahrensoptimierung mit Maßstabsvergrößerung zur Volumenreduktion/Beseitigung C-14-belasteter flüssiger Abfälle mittels elektrochemischer Totalmineralisation der organischen Inhaltsstoffe	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., München	📖 68
02 S 9184	Betondekontamination mittels Trockeneisstrahlen zum Rückbau von Gebäudestrukturen im kerntechnischen Bereich (BeDeKo)	Leibniz Universität Hannover	📖 70
02 S 9194	Umsetzung von Schwermetall-Landfarming zur nachhaltigen Landschaftsgestaltung und Gewinnung erneuerbarer Energien auf radionuklidbelasteten Flächen (USER)	Friedrich-Schiller-Universität Jena	📖 72

1.2 Formalisierte Zwischenberichte

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 28.02.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 28.02.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 585.271,64 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP8:

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Testphase, in einem Beispielanlagenbetrieb, wurden im AP8 die Parametereinstellungen des Raum-Überwachungssystems optimiert und an die Bedürfnisse eines Schrottplatzes angepasst. Das System wurde auf dem Schrottplatz des Projektpartners, der Firma Wetzel in Mannheim, integriert. Die Detektoren wurden an einer mobilen Schrottschere, einer Paketpresse und an einem Gabelstapler befestigt. Zum Schutz der Detektortechnik vor Verschmutzung und mechanischer Belastung wurden die Detektoren in einem Stahlkorb mit Lochgitter eingebaut.

An der mobilen Schrottschere wurde der Plastiksintillationsdetektor am Scherenaustrag, seitlich neben dem Scherenmaul installiert. In einem weiteren Versuchsaufbau wurde der Natriumiodid-Detektor ebenfalls seitlich neben dem Scherenmaul angebracht. Bei der Paketpresse wurden die Detektionseinheiten direkt beim Austrag neben dem Transportband installiert, um eine möglichst große Verweildauer des möglichen Strahlers im Suchfeld des Detektors zu erhalten. Als mobile Überwachungseinheit wurde ein Gabelstapler mit den Detektionseinheiten ausgerüstet.

In dieser Phase wurde die Funktionsfähigkeit des Raum-Überwachungssystems auf dem Schrottplatz unter Betriebsbedingungen untersucht.

4. Geplante Weiterarbeiten

Keine weiteren Arbeiten. Projekt wurde zum 28.02.2015 abgeschlossen.
Erstellen des Abschlussberichtes.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Am Heegwald 4, 76227 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 8841
Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 28.02.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 28.02.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 359.500,00 EUR	Projektleiter: Rutschmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP4/AP7:

Es wurden Praxisversuche auf dem Schrottplatz der Firma Wetzel in Mannheim durchgeführt. Dabei erfolgte eine Optimierung und Anpassung des Systems auf den alltäglichen Praxisbetrieb.

4. Geplante Weiterarbeiten

Erstellen des Abschlussberichtes.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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 30.04.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.04.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 667.088,40 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

Arbeitspakete 1.11 – 1.12: Auswertung des optimierten Gemischs/Dokumentation (Abschlussbericht)

Die Technikumsexperimente wurden abgeschlossen und die Ergebnisse ausgewertet. Für die optimierte Betonmischung liegen die verschiedenen Frisch- und Festbetonkennwerte vor. Im Großversuch konnten evtl. auftretende verfahrenstechnische Schwierigkeiten bei der Betonherstellung ermittelt und dokumentiert werden.

Zur Vorbereitung der Dokumentation wurden die Ergebnisse grafisch aufbereitet und mit der Ausarbeitung des Abschlussberichtes begonnen.

Arbeitspakete 2.6/2.7: Prototyprealisierung/Dokumentation

Zur Inbetriebnahme des neuen Separationssystems wurden die Arbeiten zur Fertigstellung des Suspensionsmischers fortgeführt. Hierfür wurden die neuen Membranpumpen an das mobile Gerüst angebracht, die Steuerung dieser neu verschaltet sowie die Kreislauführung für diese angepasst. Zusätzlich ist ein Bedienerpult angebracht worden, wo die Steuerung aller pneumatischen Komponenten (Pumpen, Ventile, Magnetfilter und Drosseln) untergebracht wurden. Die Steuerung der elektrischen Komponenten ist aus Sicherheitsgründen in einen separaten Verteilerkasten untergebracht worden. Hiermit ist die Prototyprealisierung im Rahmen des Möglichen fertiggestellt.

Für den im letzten Berichtszeitraum noch erworbene Partikelzähler ist ein neuer Versuchsaufbau konzipiert, umgesetzt und in Betrieb genommen worden. Da bei den bereits durchgeführten Versuchen die Quantifizierung der Separation sehr langwierig und schwer ist, ermöglicht das neue Messsystem online Partikelzählung und die Ermittlung der dazugehörigen Partikelgrößenverteilung. Mit dieser ist eine schnelle und aussagekräftige qualitative Bewertung der separierten Fraktionen ermöglicht worden, die mit den vorhandenen Ergebnissen übereinstimmt.

Durch Absprache mit den Forschungspartnern ist die Gliederung des Abschlussberichts fertig gestellt worden und erste Dokumentationen der durchgeführten Arbeiten erfolgt. Die vollständige Fertigstellung des Berichts steht zwar noch aus, wird aber zeitnah und fristgerecht durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Arbeitspakete 1.12/2.7: Dokumentation (Abschlussbericht)

Die bereits laufende und in Punkt 3. genannte Fertigstellung der Dokumentation wird fortgeführt und fristgerecht eingereicht. Hierzu wird in enger Zusammenarbeit der beteiligten Forschungspartner daran gearbeitet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

M. Brandauer, J. Starflinger, S. Gentes: „Physical separation and disposal of secondary waste from the de-commissioning of nuclear facilities“, Paper und Vortrag auf der “International Conference & Exhibition for Filtration and Separation Technology”, (FILTECH 2015), 24.-26. Februar, Köln, 2015

M. Brandauer, J. Starflinger, S. Gentes: „Entwicklung eines Separationsverfahrens zur Behandlung des Sekundärabfalls der Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidetechnik“, Paper, Poster und Postervortrag am „12. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“ einschließlich 12. Statusbericht des BMBF „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen“, KONTEC 2015, Nr. 075, Dresden, 25.-27. März, 2015

S. Stiefel, M. Haist, J.-D. Eckhardt, H. S. Müller: „Verwendung granularer Strahlmittel aus dem kerntechnischen Rückbau zur Herstellung von Verfüllbetonen“, Paper, Poster und Postervortrag am „12. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“ einschließlich 12. Statusbericht des BMBF „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Anlagen“, KONTEC 2015, Nr. 074, Dresden, 25.-27. März, 2015

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 31.12.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.039.254,70 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:

Bedingt durch die kostenneutrale Verlängerung des TMB wurden nur noch abschließende und integrationsbezogene Inhalte bearbeitet, deren unabhängige Durchführung zu einem vorherigen Zeitpunkt nicht möglich oder sinnvoll war. Die Evaluation der Navigations- und Planungsalgorithmen wurde diesbezüglich abgeschlossen und am Demonstrator des TMB getestet. Weitergehend wurde zusammen mit dem TMB ein Projekt-Video des Gesamtdemonstrators konzipiert und erstellt. Mit einer Skizze des Abschlussberichtes wurde begonnen.

Im Berichtszeitraum wurden am TMB folgende Arbeiten durchgeführt:

Am TMB wurden im vergangenen Berichtszeitraum detaillierte Untersuchungen mit dem Detektor durchgeführt. Es wurden Impulsratenmessungen an verschiedenen, radioaktiven Präparaten durchgeführt sowie der Wirkungsgrad des Detektors mittels offener und umschlossener Referenzstrahler bestimmt. Die Tests mit den Laser-Linien-Triangulationssensoren am Detektorkopf wurden abgeschlossen. Kleine Hindernisse (z. B. Nägel etc.) können detektiert werden und werden dem Bediener visuell dargestellt. Bei Detektion eines Hindernisses wird der Arbeitskopf automatisch in seine Ausgangsposition zurück gefahren. Zudem wurde der Saugplattenteststand zur Untersuchung der maximal übertragbaren Scherkräfte der Vakuumsaugplatten auf verschiedenen Untergründen fertiggestellt. Zusätzlich wurde das Forschungsprojekt MAFRO auf der KONTEC 2015 (12. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“) innerhalb eines Plenarvortrages vorgestellt. Das Gesamtsystem wurde am Messestand des BMBF als Exponat ausgestellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im folgenden Berichtszeitraum sind keine weiteren Arbeiten am IPR vorgesehen, so dass der Schwerpunkt auf der Fertigstellung des Abschlussberichtes liegen wird.

Am TMB sollen im folgenden Berichtszeitraum Untersuchungen zum Kraftübertragungsverhalten von Vakuumsauggreifern auf verschiedenen Untergründen durchgeführt werden. Im Fokus der Untersuchungen stehen dabei die eingesetzten Vakuumsauggreifer auf "gelaserten" sowie "schalungsglatten" Oberflächenrauheiten. Von Interesse ist vor allem das Reaktionsverhalten der verwendeten Vakuumsauggreifer bei einer vertikal gerichteten Abscherbeanspruchung. Zudem wird im folgenden Berichtszeitraum mit der Erstellung des Abschlussberichtes begonnen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Kern, P., Gentes, S., Notheis, S., Mende, M., Hein, B., Wörn, H. (2015): "MAFRO: Ein semi-autonomes Manipulatorsystem für die Dekontamination und das Freimessen von Oberflächen", Beitrag im Tagungsband, Internationales Symposium "Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle (KONTEC)", Dresden, Deutschland.

Zuwendungsempfänger: SAT Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms		Förderkennzeichen: 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 30.06.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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: Im Rahmen des Projektes SimViDekont wurden regelmäßige Projekttreffen alle zwei Monate durchgeführt.

AP2: Es wurden bei IAM (KIT-CN) radioaktive Rohrproben untersucht. Die mechanischen und mikrostrukturellen Untersuchungen konnten erfolgreich zum Abschluss gebracht werden und so wichtige Rückschlüsse auf das mechanische Verhalten gewonnen werden.

- AP3: Die Ergebnisse und Durchführung der Simulationen konnten durch IMI überprüft werden.
- AP4: IMI hat ein Framework zur visuellen dreidimensionalen Auswertung der FEM-Ergebnisse in der virtuellen Realität entwickelt. Die Automatische Generierung von Simulationsmodellen ist abgeschlossen.
- AP5: Das Vorgehen für eine Validierung des Dekontaminationsverfahrens wurde erarbeitet und wurde erfolgreich umgesetzt. Die Ergebnisse und das Vorgehen sind dokumentiert.
- AP6: Paper für KONTEC 2015 in Dresden wurde von TMB und IMI veröffentlicht.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Ein Abschlusstreffen aller Projektpartner soll stattfinden und wird bei Fertigstellung des Abschlussberichtes geplant.
- AP2: Die Problemanalyse ist abgeschlossen und wird nun in dem Abschlussbericht dokumentiert.
- AP3: Das Simulationsmodell wurde von IMI im Rahmen der situativen Untersuchung und im Abgleich mit den Werkstattversuchen validiert.
- AP4: Das Erzeugen nutzergerechter Schnittstellen, um die gewonnenen Erkenntnisse interaktiv zu präsentieren, wurde erfolgreich abgeschlossen und wird im Abschlussbericht dokumentiert.
- AP5: Die Validierung des virtuellen Simulationsverfahrens sowie die Qualifizierung des Dekontaminationsverfahrens wurden mit allen Kooperationspartnern abgestimmt und werden ab dem 2. Quartal 2015 im industriellen Umfeld erfolgen.
- AP6: Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Schuck, H., Stifi, A., Ovtcharova, J., Gentes, S. (2015): „Methoden des Virtual Engineering für den Qualifizierungsprozess eines neuartigen Dekontaminationsverfahrens von Rohrleitungen“, KONTEC 2015 - 12. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, 25. – 27. März 2015, Dresden.

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 30.06.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 780.506,30 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 jeden Monat durchgeführt und Absprachen getroffen.
- AP2: Im Rahmen einer materialtechnischen Analyse am IAM des Campus Nord wurden radioaktive Rohrproben untersucht. Die mechanischen und mikrostrukturellen Untersuchungen konnten erfolgreich zum Abschluss gebracht werden und so wichtige Rückschlüsse auf das mechanische Verhalten gewonnen werden. Die Ergebnisse und Durchführung der Simulationen konnten überprüft werden.
- AP3: Es wurden Simulationen unter Berücksichtigung aktueller Ergebnisse der Werkstattversuche und des Vorgängerprojektes Deprov durchgeführt und erfolgreich abgeschlossen werden. Ein Nachweis unter Vorgabe der in der industrieverbreiteten FKM-Richtlinie wurde fertiggestellt. Alle Simulationsergebnisse werden nun in einem Abschlussbericht zusammengefasst.

- AP4: Es wurde ein Framework zur visuellen dreidimensionalen Auswertung der FEM-Ergebnisse erweitert und eine virtuelle Arbeitsumgebung erstellt. Die Automatische Generierung von Simulationsmodellen ist abgeschlossen.
- AP5: Das Vorgehen für eine Validierung des Dekontaminationsverfahrens wurde erarbeitet und erfolgreich umgesetzt. Die Ergebnisse und das Vorgehen sind dokumentiert.
- AP6: Siehe 5. Berichte, Veröffentlichungen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Ein Abschlusstreffen aller Projektpartner soll stattfinden und wird bei Fertigstellung des Abschlussberichtes geplant.
- AP2: Die Problemanalyse ist abgeschlossen und wird nun in dem Abschlussbericht dokumentiert.
- AP3: Das Simulationsmodell wurde im Rahmen der situativen Untersuchung und im Abgleich mit den Werkstattversuchen validiert.
- AP4: Das Erzeugen nutzergerechter Schnittstellen, um die gewonnenen Erkenntnisse interaktiv zu präsentieren wurde erfolgreich abgeschlossen und wird im Abschlussbericht dokumentiert.
- AP5: Die Validierung des virtuellen Simulationsverfahrens sowie die Qualifizierung des Dekontaminationsverfahrens wurden mit allen Kooperationspartnern abgestimmt und werden ab dem 2. Quartal 2015 im industriellen Umfeld erfolgen.
- AP6: Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Stifi, A., Gentes, S. (2015). "Decommissioning of Nuclear Power Plants -Where We Are? And What Do We Need?"; XIII International Conference on Nuclear Energy Science and Technology, ICNEST 2015; 19 – 20 January 2015, London – UK
- Schuck, H., Stifi, A., Ovtcharova, J., Gentes, S. (2015). „Methoden des Virtual Engineering für den Qualifizierungsprozess eines neuartigen Dekontaminationsverfahrens von Rohrleitungen“, KONTEC 2015 - 12. Internationales Symposium „Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle“, 25.-27. März 2015
- Stifi, A., Gentes, S., Sustainable Technologies for Decommissioning of Nuclear Facilities, ICEEWM 2015: 17th International Conference on Environment, Energy and Waste Management, 20.-21.04.2015, Boston, USA

Zuwendungsempfänger: Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 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 30.06.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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 Matrices, 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 Berichtszeitraum wurden alle nasschemischen Analysen an den vier ausgewählten Abfallbinden erfolgreich beendet (AP8).

Nach der Auswertung der einzelnen Messergebnisse fand ein Vergleich der Resultate aus den nasschemischen Analysen wie auch den zerstörungsfreien Messverfahren statt.

Alle gewonnenen Ergebnisse (AP1 bis AP9) werden im projektabschließenden Bericht ausführlich beschrieben und diskutiert (AP9).

Auf der in diesen Berichtszeitraum fallenden KONTEC 2015 wurden die Ergebnisse der letzten drei Jahre in Form eines Posters präsentiert und in einem Kurzvortrag dem Fachauditorium zur Diskussion vorgestellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Abschluss Berichterstellung.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Eine Veröffentlichung in *atw Vol. 59* (2014) Issue 1.

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 30.06.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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.

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit 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, Aktivitätsniveau) 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 Laboren.
- 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: Im Vorhaben konnte insgesamt gezeigt werden, dass in einem komplexen radiochemischen Laboratorium wie der RCM mit vielen einzelnen Laborräumen und Arbeitsplätzen das Konzept der Bildung abdeckender Nuklidvektoren (NV) gemäß DIN 25457 (Messver-

fahren zur Freigabe) nicht anwendbar ist. Vielmehr eignet sich ein Ansatz über die Verwendung einer abdeckend gewählten Auswahl messbarer und repräsentativer Radionuklide (hier: Sr-90+ und Am-241 sowie teilweise Pb-210++ bzw. Ra-226++) in Verbindung mit dem Ausschluss des Vorhandenseins radiologisch sehr relevanter sonstiger Radionuklide (z. B. starke Alphastrahler wie hier: Pa-231).

- AP2: Für die ausgewählten 6 repräsentativen Labore des Hauptbaus der RCM (jew. mit deutlich unterschiedlicher Betriebshistorie) wurden sämtliche Messergebnisse erhoben und im Programm zur Unterstützung der Gebäudefreigabe (RaChaG) eingepflegt.
- AP3: Im Zuge der Beprobungen in den ausgewählten 6 repräsentativen Laboren wurden diverse Probenentnahmeverfahren an verschiedenen Materialien (Labormobiliar, Digestorien, kontaminierte Arbeitsplatten, Unterkonstruktionen, Teile der Lüftung, Zwischendecken, Wände aus Holz, Rigips, Stein, Estrich und Bodenplatten, Bodenbeläge u.v.m.) getestet und verglichen. An Holz erweisen sich insbesondere Bohrproben in Form von Mischproben als geeignet und effektiv.
- AP4: Alle im Vorhabensverlauf erhobenen Beprobungsergebnisse und Messungen, insbesondere auch am beweglichen Inventar, wurden in das Programm RaChaG eingepflegt. Alle Räume wurden vollständig von beweglichen Gegenständen (welche weitgehend freigegeben werden konnten) und von sonstiger Kontamination befreit.
- AP5: Die unterstellte konservative Nuklidzusammensetzung der Kontamination (Alpha- und Beta-Strahler, Am-241/Sr-90) wurde auf sämtliche Freigaben ausgedehnt. Dieses Vorgehen wird durch Probenauswertung bezüglich Gesamtalpha- und Gesamtbetaaktivität sowie Sondernuklidanalyse ständig begleitet, um die Konservativität des Verfahrens sicherzustellen. Freigaben aus den ausgewählten 6 Laboren konnten vollständig abgeschlossen werden.
- AP6: Statistische Freigabeverfahren im engeren Sinne haben sich für die Freigabe in der RCM als nicht anwendbar erwiesen, da die Kontaminationsmechanismen zu heterogen und ungleichförmig ist (statistische Verfahren sind nur in Fällen anwendbar, in denen eine statistische Grundgesamtheit samt zugeordneter Verteilungsfunktion gebildet werden kann). Als Probenentnahmeverfahren für die Freigabe von Materialien mit glatten Flächen hat sich die Entnahme von wenigen Proben an zuvor mittels Screening-Messungen ausgewählten Punkten als sinnvoll erwiesen.
- AP7: Das abgebaute und beprobte Material sowie alle Räume wurden einem Freigabeverfahren unterzogen. Die hierzu entnommenen Proben und Messungen wurden in das Programm zur Unterstützung der Gebäudefreigabe (RaChaG) eingepflegt. Die generierten Ausgaben des Programms wurden für die Freigabedokumentation eingesetzt.
- AP8: Im Flachbau der RCM wurde für vorbereitende Sanierungsmaßnahmen die Kontaminationsfreiheit einzelner Räume im Kellergeschoß untersucht und dokumentiert. Hierbei wurde das Programm zur Unterstützung der Gebäudefreigabe (RaChaG) eingesetzt.
- AP9: Der Abschlussbericht wurde erstellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Keine, da das Vorhaben abgeschlossen ist.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Temp- lergraben 55, 52062 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 9022A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioakti- ver Abfälle (Neutron Imaging)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2012 bis 31.12.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.010.748,00 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

Es wurde eine Parameterstudie durchgeführt, wobei die energieabhängige mittlere freie Weglänge der Neutronen für das Szintillatormaterial EJ-260 bestimmt wurde. In diesem Zusammenhang wurde auch ermittelt, wie viele Protonen pro 14 MeV Neutron in Abhängigkeit von der Szintillatordicke angestoßen werden. Es wurde ein Computermodell der szintillierenden Fasern in GEANT4 erstellt. Die jeweilige Faser besteht aus drei Lagen. Den inneren Kern bildet Polystyrene. Es ist ummantelt mit einer Lage Polymethylmethacrylat (PMMA) bzw. Plexiglas. Dieses ist wiederum ummantelt mit einem Fluorpolymer. Da seitens dem Hersteller aus Gründen des Betriebsgeheimnisses zu Letzterem keine genauen Angaben verfügbar sind,

wurde als vergleichbares Material Polytrifluoroethyl methacrylate betrachtet, welches ähnliche Eigenschaften besitzt und wozu spezifische Informationen frei verfügbar sind. Das Verhältnis von Wasserstoff zu Kohlenstoff zu Sauerstoff wurde über Herstellerangaben (Eljen Technology, Southern Scientific) sowie anhand von Daten einer Doktorarbeit am CERN bestimmt. Des Weiteren wurde eine Studie zum Birk'schen Gesetz in Bezug auf den Szintillator EJ-260 durchgeführt. Im Vergleich mit experimentellen Daten aus einer Literaturquelle hat sich gezeigt, dass GEANT4 die Lichtausbeute systematisch überschätzt.

Im Rahmen der Bildrekonstruktionsentwicklung wurde die projektspezifische Software aktualisiert, damit Daten aus verschiedenen Quellen sowohl numerisch als auch experimentell genutzt werden können. Momentan wird daran gearbeitet, den Einsatzbereich der „Bounding-Boxen“ für die Rekonstruktion komplexer Geometrien zu erweitern. Des Weiteren wird daran gearbeitet, die Software dahingehend zu optimieren, dass die Rechenzeit für die Bildrekonstruktion reduziert wird. Es wurden Tests mit einem anderen Algorithmus durchgeführt, um Informationen von einfachgestreuten Neutronen für die Bildrekonstruktion nutzen zu können.

Fortschritte kurz gefasst:

- Es wurde ein detailliertes Computermodell der szintillierenden Fasern für die Simulationsstudien mit GEANT4 erstellt.
- Eine Studie mit GEANT4 hat im Vergleich mit experimentellen Daten gezeigt, dass die Photonenausbeute in der Simulation systematisch überschätzt wird.
- Die Software zur optimierten Bildrekonstruktionsrechnung wurde überarbeitet und um weitere Funktionen für die Rekonstruktion komplexerer Objekte ergänzt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Simulationsstudien mit GEANT4 werden fortgeführt, um die Differenz zwischen Computermodell und Experiment zu erklären. Ziel ist es, eine möglichst detaillierte Abbildung des NISRA-Aufbaus zu ermöglichen, um so die physikalischen Vorgänge realitätsnah zu untersuchen. Experimentell konnte gezeigt werden, dass die Leistungsfähigkeit der Anlage durch einen geeigneten Konverter verdoppelt werden konnte. Durch eine systematische Studie mit GEANT4 sollen die Parameter identifiziert werden, die am ehesten eine weitere Leistungssteigerung ermöglichen.

Zukünftig soll die Bildrekonstruktionssoftware die Möglichkeit der Drehung von Objekten berücksichtigen. Hierdurch soll die Rekonstruktion von kantenförmigen Objekten optimiert werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Thorwald Klapdor-Kleingrothaus et al.: „Compact Neutron Imaging System for Radioactive-waste Analysis (NISRA)“; 25th Seminar on Activation Analysis and Gamma Spectroscopy (SAAGAS), Aachen

J. Kettler et al.: „Statusbericht zum Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle“; Posterbeitrag auf der KONTEC 2015 in Dresden

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 31.12.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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

- Erstellung eines Konverters aus szintillierenden Fasern (SCF-3HF(1500MDJ, Kuraray) mit einer Seitenlänge von 2,5 cm und einer Dicke von 1 cm.
- Herstellung eines lichtdichten Gehäuses und Montage des neuen Szintillators auf den bestehenden Plastik-Szintillators (EJ-260) des Flat-Panel Detektors.
- Erfolgreiche Funktionstests des Szintillators mit einem Am-241 Prüfstrahler und einem Probenkörper aus Blei mit einer 2 mm Dicke.
- Aufnahme von Radiogrammen mit einem Probenkörper aus Blei (10 cm Dicke). Die Auswertung der Messdaten ergibt eine etwa doppelt so hohe Lichtausbeute des Szintillators aus szintillierenden Fasern im Vergleich zu dem bereits installierten Plastik-Szintillator.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Herstellung eines Konverters aus szintillierenden Fasern (SCF-3HF(1500MDJ, Kuraray) mit einer Seitenlänge von 20 cm und einer Dicke von 1 cm und anschließende Testmessungen.
- Messungen mit dem WLSF Detektor (Gamma/Neutronen-Diskriminierung).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Teilergebnisse wurden auf ANIMMA 2015, Advancements in Nuclear Instrumentation Measurement Methods and their Applications, 20. - 24. April 2015, Lisboa, Portugal präsentiert.

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: 01.01.2015 bis 30.04.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 301.246,00 EUR	Projektleiter: Dr. 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 Simulationsmodells 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

- Entwicklung eines Programms zur Konvertierung von MCNP 5 Ergebnissen in das entwickelte Austauschformat
- Entwicklung eines Programms zur Umwandlung von ASCII Dateien in das entwickelte Austauschformat
- Entwicklung eines Werkzeugs zur Bearbeitung der .his Dateien des Perkin Elmar Detektors (Korrektur toter Pixel, Offsetkorrekturen)
- Entwicklung eines Programms zur Konvertierung von .his Dateien in das entwickelte Austauschformat zwecks anschließender Rekonstruktion
- Der Abschlussbericht zum Siemens-Arbeitsanteil wurde angefertigt und an den Gesamtprojektleiter übermittelt
- Im ersten Halbjahr 2015 erfolgten keine weiteren fachlichen Arbeiten, da der Siemens-Beitrag bereits im Sommer 2014 abgeschlossen wurde. Es wurde der formalisierte Zwischenbericht für das zweite Halbjahr 2014 angefertigt. Weiterhin wurde begonnen, den Erfolgskontrollbericht für den Projektabschluss anzufertigen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Nach derzeitigem Stand sind die wesentlichen Entwicklungsaufgaben der Siemens AG erfüllt. Auf entstehende Bedürfnisse der Partner wird flexibel reagiert werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Temp- lergraben 55, 52062 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 9042
Vorhabensbezeichnung: Rückbau von Forschungs- und Leistungsreaktoren Entwicklung eines automatisierten Ver- fahrens zur Berechnung der Aktivitätsverteilungen und Ortsdosisleistungen in kerntechni- schen Anlagen am Beispiel des Forschungsreaktors FRJ-2 in Jülich		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2012 bis 31.12.2015		Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015
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 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 Forschungsreaktor FRJ-2 und damit eine enge Kooperation mit dem Forschungszentrum Jülich. Des Weiteren 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: Simulation der Aktivitätsverteilung und des Strahlenfelds im Reaktorblock
- AP4: Entwicklung einer Plattform zur 3D-Visualisierung der Simulationsergebnisse
- AP5: Auswertung und Analyse der Ergebnisse zur Generierung von anlagespezifischen Aktivitätsatlanten zur Optimierung von Abfallmanagement- und Strahlenschutzmaßnahmen
- AP6: Projektleitung, -organisation und -abschluss

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Auf der Grundlage der bisherigen Modellentwicklungen und Ergebnisse wurden im letzten Berichtszeitraum folgende Arbeiten durchgeführt:

- Im Hinblick auf die Simulation des Strahlenfelds und der Dosisleistungsverteilung (AP4) wurde ein MCNP-Modell für Strahlentransportsimulation, dessen Geometrie dem Gitternetz des Fluenzmodell für den Neutronentransport entspricht, entwickelt. Dieses Modell wurde anschließend durch den Einbau des bereits bestehenden Quellterms für die Gammastrahlung bzw. -Emission erweitert. Mit dieser Erweiterung wurde die Erzeugung eines vollständigen physikalischen und geometrischen Gesamtinputs für Strahlenfeldberechnungen erreicht.
- Nach den ersten Testsimulationen wurden MCNP-Berechnungen zur Bestimmung der Verteilung des Gammaflusses (Strahlenfeld) im Gitternetz des Reaktorblocks auf Messelementebene durchgeführt. Parallel wurde die Verteilung der Dosisleistung in Form von mehrdimensionalen Matrizen für anschließende Auswertung und Visualisierung generiert (Energiedosis-/ Dosisleistungsatlas). Zu diesem Zweck wurden die energieabhängigen Umwandlungsfaktoren des Programms MCNP, welche auf den ICRP-Daten und physikalischen Modellen beruhen, herangezogen.
- Im Hinblick auf die graphische Darstellung der Simulationsergebnisse bzw. Strahlenfelddateien in Form von 3D-Atlanten (AP4) wurde das bereits für die Aktivitäts- und Fluenzverteilung entwickelte Visualisierungsprogramm nach entsprechenden Erweiterungen und Konvertierungen eingesetzt (AP4), wobei neben der Anwendung der Softwarekomponenten der VTK-Bibliothek das interne Programm MOPARx für die Darstellung von Funktionsverläufen und Schnittflächenprofilen herangezogen wurden.
- Da die generierten Atlanten Menü-gesteuert die Bestimmung der lokalen Aktivitäts- und Fluenzwerte im gesamten Gitternetz erlauben, wurden die ersten Vergleiche mit den Messdaten über die Neutronenflusswerte unternommen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Für die nächste verlängerte Phase des Projekts sind auf der Grundlage des entwickelten Verfahrens und der Ergebnisse folgende Arbeiten geplant:

- Vergleich der Modellrechnungen mit den Gamma-spektroskopischen Aktivitätsmessungen aus Probenentnahmen am FRJ-2 im Hinblick auf die Überprüfung der Rechenmodelle und der Simulationsergebnisse.
- Überprüfung der neu entwickelten nuklid- und isotopenspezifischen Photonendatenbank (ENDFB/VII-basiert) anhand des Vergleichs mit der Standardbibliothek des Programms ORIGEN-II. Diese Validierungsmaßnahme wird für ausgewählte Positionen bzw. Strukturen im Reaktorblock durchgeführt.
- Generierung eines 3D-Quelltermatlas der Gammastrahlung für FRJ-2 unter Anwendung der vorher produzierten neuen Photonendatenbank. Im Hinblick auf einen optimalen Strahlenschutz werden mit diesem Atlas Reaktorbereiche mit hoher Strahlenintensität und -emission ersichtlich.

5. Berichte, Veröffentlichungen

F. Abbasi, et al.: Application of the FW-CADIS Variance Reduction Method to Produce a Precise Neutron Flux Map for the Research Reactor FRJ-2, atw, Heft 10, Nov. 2014

A. Sperling, et al.: Rückbau von Forschungs- und Leistungsreaktoren - Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Berechnung der Aktivitätsverteilung und Ortsdosisleistungen in kerntechnischen Anlagen, Internationales Sympos. KONTEC-2015, Dresden

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 31.12.2015		Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015
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 und -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 Ergebnisse der Actiniden Untersuchungen von ^{237}Np , ^{241}Am und ^{242}Pu liegen als Dissertation an der RWTH Aachen und als JÜL-Bericht, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Energie und Umwelt, Band 250 (ISBN 978-3-95806-034-4) vor. Teilergebnisse werden auf der MTAA14 im August in Delft, Niederlande berichtet und anschließend veröffentlicht. Die **Fast-Neutron Gamma Spectroskopie (FaNGaS)** Anlage ist am FRM II im November 2014 erfolgreich installiert und getestet worden. Nach Einbau der Kollimatoren und minimalen Veränderungen bei der Probenaufhängung konnten Zählraten im Untergrund von ca.

4000 cps. erreicht werden. Bis zu 25 stabile Elemente wurden mit den Spaltneutronen vermessen und zeigten die charakteristischen Linien, die aufgrund des Datenkatalogs von 1976 erwartet wurden. Zusätzlich wurden viele neue Linien vermessen und dokumentiert. Die Linearität der Methode bezüglich Messzeit und Konzentration wurde erfolgreich demonstriert. Ein besonderer Vorteil der PGAA mit Spaltneutronen betrifft die Analyse von Elementen mit sehr hohem thermischen Einfangquerschnitt (z. B. B, Cd, Gd etc.). Für diese Elemente ist die schnelle Neutronen-PGAA besser geeignet und führt zu zuverlässigeren Ergebnissen. Zur Untergrundreduktion und Effizienzverbesserung werden gerade Veränderungen in der Abschirmung geplant. PE wird gegen boriertes PE ausgetauscht, um das Wasserstoffsignal und somit die Untergrund Aktivität zu erniedrigen. Erste Messungen der Actinidenproben aus den PGAA Versuchen mit kalten Neutronen (^{238}U , ^{237}Np , ^{242}Pu und ^{241}Am) werden jetzt mit Spaltneutronen an FaNGaS vermessen. Eine Kooperationsvereinbarung mit der Universität California in Berkeley, dem Lawrence Livermore und dem Lawrence Berkeley National Laboratory zur Actinidencharakterisierung ist im Umlauf. Ein Nachfolgeprojektantrag ist in Kooperation mit einem schwedischen Partner (KTH) beim Projektträger DESY gestellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Publikation der PGAA Ergebnisse für ^{237}Np , ^{242}Pu und ^{241}Am in referierten Zeitschriften.
- Auswertung der Spektren der starken ^{241}Am Probe und DICEBOX Simulation.
- Optimierung der Messapparatur FaNGaS für PGAA mit Spaltneutronen am FRM II und Anwendung auf weitere Actinide.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- C. Genreith, M. Rossbach, E. Mauerhofer, T. Belgya, G. Caspary: First results of the prompt gamma characterization of ^{237}Np . 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 ^{241}Am using cold neutron beam at FRM II. Submitted: Nucl. Data Sheets 2013
- C. Genreith, M. Rossbach, Zs. Revay, P. Kudejova: Determination of (n, γ) Cross Sections of ^{241}Am by PGAA. Proc. of Int. Conf. Nucl.Data Sci. Technol. March 4-8, 2013 New York, USA. Nucl. Data Sheets Vol. 119 (May 2014) 69-71
- M. Rossbach, C. Genreith: ^{241}Am : a difficult actinide for (n, γ) cross section measurement. In Proceedings of the ERINDA Workshop, CERN, Geneva, Switzerland, ed. E. Chiaveri, CERN-Proceedings-2014-002 (CERN. Geneva, 2014) 157-163.
- M. Rossbach, C.Genreith, E. Mauerhofer, Zs. Revay, P. Kudejova, S. Söllradl, T. Belgya, L. Szentmiklosi, R.B. Firestone, A.M. Hurst, L. Bernstein, B. Sleaford, J.E. Escher: TANDEM: A mutual cooperation effort for TransActinide Nuclear Data Evaluation and Measurement. (2015) J. Radioanal. Nucl. Chem. 304:1359-1363.
- C. Genreith: PhD Thesis, Partial Neutron Capture Cross Sections of Actinides using Cold Neutron Prompt Gamma Activation Analysis. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Energie & Umwelt, Band 250.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 02 S 9052B
Vorhabensbezeichnung: Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch prompt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide FRM II)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2012 bis 31.07.2015	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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

Das FANGAS Instrument für PGAA mit schnellen Neutronen wurde während der Messzeit im Januar 2015 am Strahlrohr SR10 weiter optimiert. Bei der Instrumentcharakterisierung wurde festgestellt, dass bei der komplexen Abschirmung von Gamma-Strahlen, thermischen und schnellen Neutronen weiterer Verbesserungsbedarf besteht.

Eine Reihe von Metallfolien (Al, Ti, Fe, Co, Nb, Zr, Cd, Au, Pb) wurde am FANGAS bestrahlt. Die Spektren wurden analysiert, nukleare Reaktionen identifiziert und die nuklearen Daten wurden mit bestehenden Datenbanken verglichen (Gamma-Energien, Intensitäten). Es wurde festgestellt, dass in dem bestehenden Aufbau der Messapparatur die Menge des bestrahlten Materials erhöht werden muss. Zurzeit stehen solche Mengen an Actiniden jedoch nicht zur Verfügung (etwa 0.1 – 1 g). Deswegen ist es für die Erreichung der Vorhabensziele wesentlich, die Abschirmung und damit den Messuntergrund zu optimieren.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Die Polyethylenteile am FANGAS werden durch boriiertes-PE ersetzt um den Untergrund durch gestreute thermische Neutronen und deren Absorptionsspektren signifikant zu reduzieren
- Nächste Messkampagne am FANGAS: 14.7. – 21.7.: Vermessung von seltenen Erden
- PGAA Messkampagne: Neues Bleimaterial für Kollimatoren zur Untergrundreduzierung (Antimon freie Legierung), neues Material zur Kapselung von Actinide-Proben (Kohlenstoffglas)
- PGAA Austausch von Gamma-Kollimation und Gamma Abschirmung (Antimon freies Blei)
- Verarbeitung/Datenanalyse der ²³⁸U Spektren (PGAA)

5. Berichte, Veröffentlichungen

P. Kudejova, Zs. Révay, C. Genreith, M. Rossbach and T. Randriamala: Advances in the PGAA-Actinide Project, MARC-X conference, Kona, 12.-17.04.2015, overview talk

Zsolt Révay, Petra Kudejova, Krzysztof Kleszcz: In-beam neutron activation analysis at FRM II, Garching, MARC-X conference, Kona, 12.-17.04.2015, presentation

M. Rossbach, T. Randriamalala, Zs. Revay, P. Kudejova: Prompt and delayed inelastic scattering reactions from fission neutron PGAA – first results of FANGAS, ANIMMA, Lisbon, 20-24 April, 2015, presentation

T. Randriamalala, M. Rossbach, Zs. Revay, P. Kudejova: New Instrument for Fast Neutron Gamma Spectroscopy at FRM II Research Reactor at Garching, ANIMMA Lisbon, 20-24 April, 2015, poster

P. Kudejova: FANGAS, das neue Instrument am FRM II, Vortrag intern FRM II, 7.4.2015

Zsolt Révay, Petra Kudejova, Krzysztof Kleszcz: In-beam neutron activation analysis at FRM II, Garching, 2nd biennial international science meeting of MLZ, 15.-18.06.2015, presentation

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 31.01.2017		Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015
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

AP2 Humangeographie:

Auswertung der Ergebnisse des studentischen Praktikums am KIT zu einer Mitarbeiterumfrage über die Themen Kernenergie, Rückbau, Zwischenlagerung und Endlagerung von radioaktivem Abfall.

AP2 Ingenieurwesen:

Vergleiche der Auswertungen der Befragungen an den zuvor genannten Standorten. Gegenüberstellung der Ergebnisse und Ausformulierung sowie graphische Darstellung gewonnener Datensätze. Erhalt von Zwischenergebnissen zur Weiterverarbeitung.

AP3 Humangeographie:

Häufigkeitsauswertungen sowie Korrelationen und Regressionen wurden für die quantitativen Daten der Bevölkerungsumfrage berechnet. Es wurden die quantitativen Daten vollständig ausgewertet, teilweise schriftlich ausformuliert und entsprechend graphisch dargestellt. Es wurden Zwischenergebnisse zur Verwendung mit Hilfe von Mixed-Methods erarbeitet. Des Weiteren wurden die Auswertung und Aufbereitung der Sekundärdaten für eine detaillierte Beschreibung der vier Standorte beendet. Die qualitative Auswertung ruhte aufgrund der Elternzeit der Bearbeiterin und der damit in Verbindung stehenden Verlängerung des Projekts, da dies ausschließlich durch die speziell qualifizierte Mitarbeiterin durchgeführt werden kann, die die qualitativen Daten erhoben hat.

4. Geplante Weiterarbeiten

Ingenieurwesen:

Zusammenstellung der gewonnenen Ergebnisse und weitere Untersuchungen hinsichtlich technischer Folgen bei dem Rückbau einer kerntechnischen Anlage. Erfassung der entstandenen Unterschiede hinsichtlich verwendeter Rückbauverfahren und -techniken.

Humangeographie:

Quantitative Daten der Bevölkerungsbefragung werden verschriftlicht und entsprechend graphisch dargestellt. Ziel ist die Interpretation der Ergebnisse zur Verwendung mit Hilfe von Mixed-Methods und Beantwortung der Projektfragen mit Hilfe der quantitativen Daten.

Ebenso steht die weitere Koordination der beiden Teilprojekte im Vordergrund sowie die Fortführung gemeinsamer Arbeitspakete: Ein erster Teil des Abschlussberichts wird angefertigt und für die Weiterverarbeitung im weiteren Projektverlauf aufbereitet. Damit wird ein Teil des AP5 bereits fertiggestellt, und es werden die Grundlagen für das AP4 für die Bearbeitung im Jahr 2016 gelegt, da hierfür alle Daten der verschiedenen Projektteile zur Verfügung stehen müssen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Kretz, S.; Prof. Dr. Kramer, C.; Hedjeh Emami-Far; Prof. Dr.-Ing. Gentes, S. (2015): Technische, wirtschaftliche, soziale und politische Folgen durch den Rückbau eines Kernkraftwerks auf regionaler und lokaler Ebene (FoRK), Posterbeitrag, KONTEC2015, 25.-27.03.2015, Dresden.

Zuwendungsempfänger: AREVA GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen		Förderkennzeichen: 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: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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

- AP1.3: Der praktische Teil der Qualifikation des Roboters für den Einsatz in Kernkraftwerken wurde unter gutachterlicher Begleitung abgeschlossen.
- AP2.1: Das Graphical User Interface wurde erfolgreich in Einsatzerprobung getestet. Erkannte Optimierungspotentiale wurden integriert.
- AP2.2: Die Kommunikation zusätzlicher Applikationen (Tool-Kamera, Greifer, weitere Werkzeuge) sowie verwendeter Kamerasysteme wurden erfolgreich in Einsatzerprobung getestet. Optimierungspotentiale (Kameras, Werkzeugwechsel, Dosis) wurden erkannt und dokumentiert.
- AP2.3+2.4: Zur Erhöhung und Vereinfachung der Automatisierung wurden Optimierungspotentiale (Erhöhung der Automatisierung, Integration der Kameras) erkannt und dokumentiert.
- TP4: Ein exemplarischer automatisierter Gesamtablauf inkl. Einrichten eines Arbeitsplatzes unter Wasser wurde erfolgreich in Einsatzerprobung getestet. Optimierungspotentiale wurden erkannt und dokumentiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1.3: Der dokumentenbasierte Teil der Qualifikation des Roboters für den Einsatz in Kernkraftwerken wird abgeschlossen.
- AP1.4: Die Inbetriebnahme der Linearachse und Integration in die Gesamtautomatisierung ist abzuschließen.
- AP2.2, 2.3+2.4: Erkannte Optimierungspotentiale werden aufgenommen und Konzepte für eine Verbesserung werden erarbeitet und dokumentiert.
- TP4: Erkannte Optimierungspotentiale werden aufgenommen und Konzepte für eine Verbesserung werden erarbeitet und dokumentiert.
- TP5: Die Gesamtdokumentation des Projekts wird fortgesetzt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Im genannten Zeitraum wurde ein Posterbeitrag sowie ein Vortrag für die KONTEC 2015 erstellt. Es wurden keine Berichte veröffentlicht.

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: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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 teilautomatisierten 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

AP2.2: Sensorintegration und Lageerkennung

Im Dezember 2014 wurden in Erlangen Unterwasser-Versuche mit dem bildverarbeitenden Kamerasystem durchgeführt, welches den Arbeitsraum des Roboters überwacht. Dabei war es das Ziel, die Funktionsfähigkeit des Systems zu evaluieren. Diese wurden ausgewertet und in einem Bericht niedergeschrieben. Dabei zeigt es sich, dass die Kamera die Position von Objekten auch bei Schattenwurf und Reflexionen mit geringen Abweichungen korrekt messen kann. Des Weiteren wurde das Kamerasystem an ein zentrales Steuerungsprogramm und dessen graphische Oberfläche softwaretechnisch angebunden.

AP4.3: Qualifizierung des Gesamtsystems

Zur Qualifizierung des Gesamtsystems wurde für einen bereits beschafften Roboter eine Zelle aufgebaut. Dadurch kann der Roboter im Automatik-Modus bei maximaler Geschwindigkeit betrieben werden, wodurch eine permanente Zustimmung durch den Bediener entfällt. Zudem wurden Analysen zum Handhabungsprozess angefertigt, um die Prozessstabilität bewerten und erhöhen zu können.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2.2: Sensorintegration und Lageerkennung

In einem weiteren Schritt wird eine Schnittstelle zwischen dem zentralen Steuerungsprogramm und den bereits erstellten Bildverarbeitungsalgorithmen erstellt werden. Damit kann mit der grafischen Oberfläche des zentralen Steuerungsprogramms ein Prozessprogramm erstellt werden, welches den Bewegungsablauf des Roboters und die sensorische Auswertung der Kamera steuert. Dadurch ist die Bedienung beider Systeme vereinfacht, wodurch Fehler reduziert werden können.

AP4.3: Qualifizierung des Gesamtsystems

Es werden mehrere Mock-Ups aufgebaut, um damit vielfältige Rückbauszenarien simulieren zu können. Diese werden genutzt, um Rückbauprozesse nachzustellen, zu analysieren und daraufhin zu optimieren. Störungsbedingte Ausfälle im Reaktor sollen damit reduziert und die Leistungsfähigkeit des Systems insgesamt gesteigert werden. Zudem werden basierend auf den geleisteten Analysen Maßnahmen definiert, mit welcher die Prozessstabilität gesteigert werden kann.

TP5.1: Dokumentation

Es wird eine abschließende Dokumentation erstellt, welche die relevanten Aspekte des Robotersystems beschreibt. Diese soll für Arbeiten am Roboter verwendet werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Im genannten Zeitraum wurde auf dem 10. Paderborner Workshop Entwurf mechatronischer Systeme das Projekt vorgestellt und ein diesbezüglicher Journal-Beitrag veröffentlicht. Eine Veröffentlichung über das Kamerasystem wird zurzeit erstellt. Des Weiteren wird eine Bewerbung des AZURo-Systems als Leitprojekt des Kompetenzzentrums Umwelt (KUMAS) vorbereitet und soll im August eingereicht werden.

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: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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.:

- Erstellung einer ersten Diskussionsvorlage zu Bewertungsgrundlagen für einen Optionenvergleich
- Analyse und risikoethische Bewertung von Ungewissheiten und Optionen für den Umgang hiermit
- Viertes Bearbeiter-treffen, AP-Leiter-Klausur, Drittes Treffen der Wissenschaftler und des Beirats
- Zwei Autorentreffen für den Sammelband zur Inter- und Transdisziplinarität
- Werkstattgespräch zu „Grenzwertbildung im Strahlenschutz“
- Zwei Treffen zur Abstimmung der Referenzmodelle und Behälterkonzepte
- Vorträge im Rahmen des Masterstudiengangs "Umweltrecht" an der Universität Kassel
- Interdisziplinäres Seminar am IRW, TUBS

- Podiumsdiskussionen: „Unterwegs zum Endlager“ (LUH), „Logo“ (NDR Info)
- Einbindung des Geochemiecodes PHAST in die Softwareplattform RESUS
- Versuche zur Wechselwirkung von Nutzpflanzen und Uran (VI) in niedrigen Konzentrationen

Vertikalprojekte, u. a.

- Experimentelle Arbeiten zur Bestimmung der Verteilungskoeffizienten verschiedener Elemente für Sylvin, Carnallit, Kainit, Hexahydrit und Starkeyit im Temperaturbereich von 25 °C bis 83 °C
- Blockveranstaltung „Tiefenlagerung“ für Masterstudierende der Geotechnik der TUBS
- Laboruntersuchungen zur Quellfähigkeit von Bentonit
- 2D-Modellierungen des Einflusses der Wärmeausbreitung bei der Auslegung eines Tiefenlagers
- Validierung des Simulationsinstrumentariums anhand eines Mock-Up Tests an Bentonit
- Optimierung des Modells zur Hohlraumkonvergenz im Salinargebirge im FTK-Simulator
- Datenschnittstelle des FTK-Simulators zur Übergabe fluiddynamischer Daten an die RESUS-Plattform
- Erstellung von Behälterdossiers zu Pollux 9, Pollux 3, Castor THTR/AVR, Castor HAW28, KBS-3V
- Konzept zur Erstellung generischer Behältermodelle für Wirtsgesteine und Einlagerungskonzepte
- FEM-Modellierung hochdynamischer Beanspruchungen für nichtlineare Analyse von Baustrukturen

4. Geplante Weiterarbeiten

Transversalprojekte, u. a.

- Tagungsband „Grenzwertbildung im Strahlenschutz“
- Erstellung eines Synthesekonzeptes für die Forschungsplattform
- Speziationsuntersuchungen mittels sequenzieller Extraktion
- Strahlungstransportrechnungen für POLLUX-10; Planung von Rechnungen für HAW (POLLUX-9)
- Einstellung der Oxidationsstufen der generierten Pu-Lösung mittels Elektrolyse
- Untersuchungen von dominanten Pu-Bindungsformen vor und nach der pflanzlichen Wechselwirkung
- Abschluss des Arbeitsberichts „Risiko und Ungewissheit“
- Erster Vergleich der Entsorgungsoptionen (Methodik „Sicherheitsfunktionen und Robustheit“)

Vertikalprojekte, u. a.

- Erarbeitung eines Szenarios zur Schadstoffausbreitung im Salinar
- Kopplung der experimentellen Ergebnisse (Verteilungskoeffizienten) mit modellierter Mineralfällung
- Anpassung der hydraulischen und chemischen Parameter des Grundwasserdeckgebirgsmodells
- Kommentierte Literaturrecherche über Rückholung hochradioaktiver Reststoffe und Monitoring sowie über Adaption von Life-Cycle-Engineering-Konzepten im Tiefenlager
- 2D- und 3D-Modellierungen generischer Tiefenlager: Geomechanische und geotechnische Aspekte bei der Auslegung. Identifizierung der Schadensmechanismen aufgrund der Offenhaltung
- Entwicklung von Szenarien und Risikoanalyse für generische Tiefenlagermodelle
- Implementierung weiterer Funktionalmodelle in den FTK-Simulator
- Behälterdossiers: Triple-Pack, KBS-3H, IV-25, Supercontainer (Belgien), BE-ELB, HAW-ELB
- Planung und Durchführung eines Behälter-Workshops: Erstellung generischer Behältermodelle

5. Berichte, Veröffentlichungen

Blanco-Martín, L., Wolters, R., Rutqvist, J., Lux, K.-H., Birkholzer, J.T., Rutenberg, M., Zhao, J. (2015): Three-dimensional modeling of a heater test to investigate crushed salt reconsolidation and rock salt creep for the underground disposal of heat-generating nuclear waste, 13th International Congress on Rock Mechanics, Montréal (Kanada).

Blanco-Martín, L., Wolters, R., Rutqvist, J., Lux, K.-H., Birkholzer, J.T. (2015): Coupled modelling of the Thermal Simulation for Drift Emplacement underground test, 8th International Conference on the Mechanical Behaviour of Salt, Rapid City (USA).

Blanco-Martín, L., Wolters, R., Rutqvist, J., Lux, K.-H., Birkholzer, J.T.: Comparison of two simulators to investigate thermal-hydraulic-mechanical processes related to nuclear waste isolation in saliferous formations. *Computers and Geotechnics* 66 (2015) 219–229.

Diener, L.: ENTRIA – Werkstattgespräch „Grenzwertbildung im Strahlenschutz“, in: *International Journal for Nuclear Power (atw)* 2015(3), 184 – 185.

Röhlig, K.-J., Hocke, P., Smeddinck, U., Walther, C.: Das ENTRIA-Projekt: Ausgewählte disziplinäre und interdisziplinäre Forschungsthemen. *Glückauf* 151:3 (2015), 211–222.

Röhlig, K.-J., Kalmbach, K., Brunnengräber, A., Hocke, P., König, C., Kuppler, S., Smeddinck, U., Walther, C.: Interdisciplinary Perspectives on Dose Limits in Radioactive Waste Management, RICO MET 2015, Brdo Castle, Slovenia

Walther, C., Röhlig, K.-J., Smeddinck, U.: ENTRIA - oder die Chancen des Interdisziplinären. *Strahlenschutzpraxis* 21:2 (2015), 22–34

Zuwendungsempfänger: Freie Universität Berlin, Kaiserwerther Str. 16-18, 14195 Berlin		Förderkennzeichen: 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: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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“ sowie „Technikfolgenabschätzung und Governance“ 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 Arbeit an allen Modulen wurde fortgesetzt.

Das M 1 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 Akteurguppen synoptisch dargelegt. Die überarbeitete Fassung des „Screening der Akteure im Bereich der Endlagerung radioaktiver Reststoffe in der BRD“ im Umfang von ca. 120 Seiten wurde auf dem BearbeiterInnentreffen in Berlin am 14. April vorgestellt und diskutiert. Zur internen Qualitätssicherung wurde das Dokument an einige ENTRIA-ExpertInnen zum Review versandt. Geplant ist auch der spätere Versand an externe ExpertInnen und die Veröffentlichung im 3. Quartal 2015.

Im M 2 Akzeptanz und Konflikte wurden Herausforderungen durch die Endlagersuche für radioaktive Abfälle insbesondere für die Anti-AKW-Bewegung analysiert. Teil dieser Analyse ist in den Veröffentlichungen widergespiegelt. Darüber hinaus wurde die Planung einer internationalen Konferenz über Konflikte und Akzeptanz fortgesetzt, sie soll 2016 in Berlin stattfinden. Im Rahmen der transversalen Arbeit wurde das Thema Grenzwerte beim Umgang mit radioaktiven Reststoffen als ein höchst konflikthafte Thema identifiziert. Dazu hat das FFU an der Erstellung eines Papiers mitgewirkt, das sich derzeit in der weiteren Überarbeitung befindet (beteiligt: FFU, KIT, Hannover und Clausthal). Das Papier wurde bei der Ricomet-Konferenz in Brdo (Slowenien) am 16. Juni 2015 von Klaus-Jürgen Röhl und Karena Kalmbach vorgestellt.

Im M 3 wurden Teilaspekte der Mehrebenenprozesse in der Endlager-Governance sondiert und analysiert. Mit dem Schwerpunkt auf die Bundesrepublik Deutschland wurden diese im Manuskript für den Einführungsband

„Ewigkeitslasten“ aufbereitet. Die Analyse der Euratom-Richtlinien und der internationalen Lösungen zur Abfallentsorgung findet sich im u. a. Bericht.

Im M 4 wurden Governance-Konzepte und Formen von Öffentlichkeitsbeteiligung in verschiedenen Ländern gesichtet, ausgewertet und analysiert. Es wurden 21 Länder ausgewählt, die näher sondiert wurden bzw. werden. Es wurden drei weitere Fact Sheets zusammengestellt (Großbritannien und Schweden), die im Entwurf vorliegen und mit nationalen ExpertInnen abgestimmt werden. Die Arbeit am Sammelband „Nuclear Waste Governance. An International Comparison“ wurde abgeschlossen. Das Buch ist im Februar 2015 erschienen. Ein komparativer Vergleich der Partizipationsprozesse beim Standortauswahlverfahren ist im u. a. Bericht zu finden.

Im M5 hat sich die Arbeit zunächst auf die teilnehmende Beobachtung der Arbeit der Endlagerkommission fokussiert und das FFU hat an allen Kommissionssitzungen teilgenommen. Ebenso fand eine aktive Teilnahme an der Öffentlichkeitsbeteiligungs-Auftaktveranstaltung ‚Bürgerdialog‘ am 20. Juni in Berlin statt. Zur weiteren Reflexion über diese Beobachtungen ist eine Publikation (evtl. auch eine Reihe von kürzeren Artikeln) über die Arbeit der Kommission geplant. Hierfür werden derzeit die relevanten theoretischen Hintergründe ausgewählt. Für die Analyse der Kommissionsarbeit ist geplant den Fokus auf zwei Aspekte zu richten: zum einen die Öffentlichkeitsbeteiligung an der Kommissionsarbeit (Anspruch und Wirklichkeit) und zum anderen die Konfliktlinien innerhalb der Kommission.

Das halbjährliche Kolloquium der geistes- und sozialwissenschaftlichen DoktorandInnen der ENTRIA-Plattform hat sich interdisziplinär entwickelt und umfasst derzeit Politik- und Sozialwissenschaften, Jura und Geschichtswissenschaften. Das letzte Treffen fand am 11. Mai in Berlin statt. Im nächsten Kolloquium werden bereits drei verschiedene Promotionen aus dem ENTRIA-Umfeld vor- und zur Diskussion gestellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

In den nächsten sechs Monaten sind folgende Aktivitäten geplant:

- AP1: Weiterführung der Akteursanalyse und Veröffentlichung; Publikationen in Anwendung auf M 5.
- AP2: Durchführung des internationalen Workshops „Deconstructing „acceptance“ – Siting of radioactive waste repository from societal and scientific perspectives“ am 31. August und 1. September 2015 in Salzburg. Konzept und Vorbereitung einer internationalen Konferenz über Konflikte und Akzeptanz im April 2016. Weiterarbeit am Konzept-Papier zu Grenzwerten beim Umgang mit radioaktiven Reststoffen als ein höchst konflikthafte Thema (beteiligt: FFU, KIT, Hannover, Clausthal).
- AP3: Konzeptpapier zu MLG. Lehrveranstaltungszyklus zu MLG.
- AP4: Fertigstellung von weiteren Fact Sheets (Slowakei, Finnland usw.). Publikation mit einer ersten Sammlung von 12-14 Fact Sheets. Veröffentlichung zum internationalen Vergleich; Vorbereitung der Edition des Buches „Nuclear Waste Governance. An International Comparison Vol. II“ (Springer VS).
- AP5: Artikel über die Arbeitsweise der Endlager-Kommission und Artikel zum Verhältnis Regulator/Operator.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Brunnengräber, A.; Di Nucci, M.R.; Isidoro Losada, A. M.; Mez, L.; Schreurs, M. (Eds.) (2015): Nuclear Waste Governance. An International Comparison. Wiesbaden: Springer VS, 349 pp.

Di Nucci, M. R.; Isidoro Losada, A. M.; Brunnengräber, A.: Same, same, but different. Nuclear Waste Governance in France, Finland and Sweden. In Fanghähnel, S. (Eds.) (2015): Key Topics in Deep Geological Disposal: Conference Report (KIT Scientific Reports; 7696).

Brunnengräber, A.; Schreurs, M. (2015): Nuclear Waste Governance as a wicked problem. Perspectives after the Fukushima Nuclear Disaster, in [1].

Di Nucci, M.R. (2015): Breaking the stalemate: The Challenge of Nuclear Waste Governance in Italy, in [1].

Isidoro Losada, A. M. (2015): Nuclear Waste Governance in Spain: Subject to Political Capture? in [1].

Brunnengräber, A. (2015): Ewigkeitslasten. Die „Endlagerung“ radioaktiver Abfälle als soziales, politisches und wissenschaftliches Projekt, Baden-Baden: edition sigma/Nomos (im Erscheinen).

Di Nucci, M. R.; Isidoro Losada, A. M. (2015): An Open Door for Spent Fuel and Radioactive Waste Export? The International and EU Framework, in [1].

Häfner, D. (2015): Das Standortauswahlgesetz und die Anti-Atom-Bewegung, Sozialwissenschaftliche Umweltfragen: Berichte & Arbeitspapiere/Reports & Working Papers.

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: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 572.604,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Ott	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufgabe des Transversalprojektes und der einzelnen Teilprojekte ist eine umfassende ethische Explikation und Beförderung von Rechtfertigungsrationale für eine konsensuale Endlager-suche. 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 dar. Unter demokratietheoretischen Gesichtspunkten sollen ferner Konfliktbearbeitung und der Umgang mit Dissensen verbessert werden, um die Legitimität 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

- Kontinuierliche Erweiterung des Begriffsfeldes um relevante Konzepte sowie die Analyse ihrer Implikationen. Fortsetzung der Archivierung von aktueller Forschungsliteratur
- Kontinuierliche Führung eines Pressespiegels zur Endlagerung und Energiewende
- Inhaltliche Konzeption, Planung und Durchführung des Bürgerforums „Wohin mit unserem Atommüll“ (bis 15.03.2015) in Lutherstadt Wittenberg
- Moderation des Bürgerforums durch Simon Oerding und Kathrin Bimesdorfer (IFOK GmbH) sowie Julia Pohlers und Max Schröder (wissenschaftliche Hilfskräfte CAU Kiel)
- Abschluss des Bürgerforums am 15.03.2015 durch Übergabe des Gutachtens an Michael Müller (Vorsitz Kommission Lagerung hochradioaktiver Abfallstoffe)
- Bericht zum Bürgerforum beim ENTRIA-Beiratstreffen in Berlin (März 2015)
- Mitkonzeption des 4. ENTRIA-Bearbeitertreffens an der FU Berlin (April 2015)
- Masterseminar zur Risikoethik mit ENTRIA-Bezug an der CAU im SoSe 2015
- Mitwirken an einer ENTRIA-Bildungsveranstaltung an der Universität Kassel auf Einladung von Prof. Dr. Silke Ruth Laskowski (Masterstudiengang Umweltrecht)
- Vortrag an der TU München: „Beteiligung von Nichtbetroffenen – das ENTRIA Bürgerforum“ am 10.07.2015 (auf Einladung von Prof. Dr. Thomas Hamacher)
- Abfassen und Finalisieren eines Artikels zur interdisziplinären Arbeit über Oberflächenlagerung (mit Dennis Köhnke, IBMB) für den ENTRIA-Sammelband. Teilnahme an beiden Autorenworkshops in Fulda (März & Juni 2015)
- Vorstellung von ENTRIA sowie Moderation einer Session zu Governance & Participation auf der 12. Conference of the International Society for Environmental Ethics: Environmental Ethics between Action and Reflection (22.-27. Juli 2015 an der CAU Kiel)

4. Geplante Weiterarbeiten

- Dokumentation des Bürgerforums (voraussichtlich bis Oktober 2015) mit Julia Pohlers
- Weitere Betreuung der BF-Teilnehmer (Einladung in die Kommission im Oktober 2015)
- Veröffentlichungen von wissenschaftlichen Texten zum Bürgerforum
- Wissenschaftliche Arbeit an normativen Fragestellungen: Freiwilligkeit

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: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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“
ITAS-B:	„Governance 2: Schnittstellen zwischen formellem und informellem Prozess“
ITAS-C:	„Auswege aus klassischen Dilemmata der Entscheidungsfindung
ITAS-D/FU Berlin:	Auswertung internationaler Erfahrungen anhand ausgewählter Staaten“ (Internationaler Vergleich)
ITAS-E:	Gemeinschaftsaufgaben und akademische Selbstorganisation: Koordination TP2 „TA und Governance“, Mitarbeit im ENTRIA-Sprecherrat und AP-über-greifende Kooperation
ITAS-F:	Explorative TA-Mikrostudien
ITAS-G:	Ausbildung

ITAS-Team für restliche Projekt-Laufzeit komplett seit Oktober 2014.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- ITAS-A/Governance 1: Fortschreibung der Grundkonzeption und Vertiefung der Fragen zum aktuellen Stand der sozialwissenschaftlichen Partizipationsforschung, Veröffentlichung zweier Beiträge in dem ENTRIA-Sammelband „Nuclear Waste Governance“ der FU Berlin (Hocke/Kuppler 2015 zu Grundstrukturen der Nuclear Waste Governance in der Schweiz und Hocke/Kallenbach-Herbert zu Nuclear Waste Governance in Deutschland). Vortrag P. Hocke zum Forschungsstand und den Grundpositionen der Governance-Forschung im Rahmen einer Ringvorlesung an der Universität Hannover sowie ein Vortrag in der Ringvorlesung „Umwelt“ der TU München zu ENTRIA und der interdisziplinären Endlager-Forschung (beide im Jan. 2015). Vortrag S. Kuppler über Governance und Regulierung hochradioaktiver Abfälle auf dem ENTRIA-Bürgerforum „Wohin mit unserem Atommüll?“ (Wittenberg, Feb. 2015). Zusätzlich jeweils eine Koautorenschaft in den Beiträgen Röhlig/Hocke/Smeddinck/Walther (2015 und 2015a) zur Interdisziplinarität in ENTRIA.
- ITAS-B/Governance 2: Weiterentwicklung der Konzeptidee von Langzeitinstitutionen, technischem Monitoring und Long-term Stewardship in Zusammenarbeit mit einem interdisziplinären Team aus ENTRIA-Partnern. Ein erstes konzeptionelles Paper präsentierten S. Kuppler und P. Hocke auf der PACITA-Konferenz in Berlin (Kuppler/Hocke 2015), das einen wichtigen Beitrag zur „Schnittstellenanalyse“ zwischen formellen und informellen Verfahrenselementen leistet (eine komprimierte Veröffentlichung dazu ist

- im Erscheinen); Durchführung explorativer Interviews zu „Expertendissens und technische Vielfalt“; Planungstreffen zur Vorbereitung eines ENTRIA-Workshops zum Thema „Technisches Monitoring und Long-term Governance“ (konzipiert für 2016 mit High-level Experts) sowie „teilnehmende Beobachtungen“ an zwei Veranstaltungen aus dem Umfeld der Endlagerkommission sowie ein Vortrag zum Öffentlichkeitskonzept der Endlagerkommission in Loccum (P. Hocke zus. m. Diana Gallego Carrera, Juni 2015).
- ITAS-D/Kooperation ITAS und FU Berlin: Konzipierung einer vertiefenden Fallstudie zu Schweden im Rahmen einer ENTRIA-Promotion im ITAS-Team (N. Wulf) (Erstellen eines Factsheets und Entwickeln eines Exposés). Vertiefend zur ITAS-Fallstudie Schweiz ein Vortrag auf einer Fachkonferenz in Stockholm (Mai 2015) sowie ein Vortrag zum Ergebniss des Ländervergleichs Deutschland/Schweiz im Rahmen der Veranstaltung „Junge Talente“ des KIT (Jan. 2015) (beide S. Kuppler).
 - ITAS-E/Gemeinschaftsaufgaben u. akademische Selbstorganisation: Sprechertätigkeit P. Hocke (Vertreter der NTH-externen Projektteams); Vorbereitung und Durchführung ENTRIA-Beiratstreffen im März 2015 (Berlin) mit Organisation innovativer Formen wie World-Cafes; im Rahmen der TP-2-Leitung durch P. Hocke Weiterentwicklung und Überarbeitung eines interdisziplinären ENTRIA-Papiers zum Thema „Grenzwerte“, aus dem ein Vortrag für die internationale RICOMET-Konferenz von Röhlig/Kalmbach/Brunnengräber/Hocke/Walther entstand (Juni 2015); Vorbereitung eines Sammelbandes zum Thema „Inter- und Transdisziplinarität“ durch S. Kuppler und Co-Organisation von zwei Autorentreffen. Intensivierung der Kooperation mit dem Team um Th. Hassel aus Hannover und dem juristischen ENTRIA-Arbeitspaket aus Braunschweig.
 - Modul ITAS-F/Explorative TA-Mikrostudie: Das Manuskript mit Thema „Bergwerk als technologisches Artefakt“ (M. Mbah) wurde abgeschlossen und befindet sich aktuell im Review-Prozess für einen ENTRIA-Bericht (Erscheinen geplant für 2. Hj. 2015).
 - Modul ITAS-G/Ausbildung: Durchführung einer ENTRIA-Summerschool des ITAS-Teams für ENTRIA-Junior-Fellows zum Thema „Technikfolgenabschätzung und Governance“ durch die Mitglieder des ITAS-Teams (Hocke, Kuppler, Mbah, Wulf.) (Juni 2015). ITAS-Mitarbeiter nahmen an einer Reihe ausgewählter Workshops teil. Vortrag als Teil des Studienangebots von ENTRIA im Rahmen des Masterstudiengangs Umweltrecht der Universität Kassel (S. Kuppler, Juni 2015).

4. Geplante Weiterarbeiten

- Veröffentlichung eines Papiers zum ITAS-Governance-Konzept und einer weiteren Studie zum Stand der aktuellen Partizipationsforschung.
- ITAS-B/Governance 2: Fortsetzung der Analysen zu Long-term-Stewardship, Langzeitinstitutionen und Expertendissens.
- ITAS-D/internationaler Vergleich: Fortsetzung der Schweiz-Analyse und Planung der Empirie und Vertiefung des theoretisch-konzeptionellen Rahmens für die Schweden-Studie.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Peter Hocke, Beate Kallenbach-Herbert (2015): Always the Same Old Story? Nuclear Waste Governance in Germany. In: Brunnengräber, Achim, Di Nucci, Rosaria; Losada, Ana Maria; Mez, Lutz; Schreurs, Miranda (eds.): Nuclear Waste Governance: An International Comparison, Springer VS (Reihe “Research Energy Policy and Climate Protection”), S. 177-202

Peter Hocke, Sophie Kuppler (2015): Participation under Tricky Conditions. The New Swiss Nuclear Waste Strategy Based on the Sectoral Plan. In: A. Brunnengräber et al.: Nuclear Waste Governance, Springer VS, S. 157-176

Peter Hocke (zus. m. K.-J. Röhlig, C. Walther u. U. Smeddinck) (2015): The Challenge of Interdisciplinarity. First Steps Towards a Joint Working Approach. In: DAEF; S. Fanghänel: Key Topics in Deep Geological Disposal: Conference Report, Köln 2014. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, S. 59-65

Peter Hocke (zus. m. K.-J. Röhlig, U. Smeddinck u. C. Walther (2015a): The ENTRIA Project: Selected Disciplinary and Interdisciplinary Research Topics; Das ENTRIA-Projekt: Ausgewählte disziplinäre und interdisziplinäre Forschungsthemen, In: Mining Report 151/3 (2015), S. 211-222 (zweisprachiger Beitrag)

Melanie Mbah (2015): Das Bergwerk als technologisches Artefakt, Karlsruhe: ITAS-ENTRIA-Bericht, 44 Seiten

Sophie Kuppler, Armin Grunwald (2015): The Swiss approach to finding compromises in nuclear waste governance. In: DAEF; S. Fanghänel: Key Topics in Deep Geological Disposal: Conference Report, Köln 2014. Karlsruhe: KIT Scientific Publishing, S. 36-41

Sophie Kuppler, Peter Hocke (2015): “Enabling” public participation in a social conflict. The role of long-term planning in nuclear waste governance. Paper presented for the session on „Public participation for complex policy problems – Challenges and recommendations“, PACITA 2015 conference, Berlin, 27.-29. Feb. 2015, 18 pages.

Zu Veröffentlichungen im Erscheinen oder in Vorbereitung siehe Punkt 3.

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: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
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 Reststoffe bedingt die Freisetzung von Radionukliden aus dem entsprechenden Lager. Eine Grundvoraussetzung für die radiologische Bewertung einer Entsorgungsoption sind Radionuklidquellterme unter Annahme eines Wasserzutritts zum Reststoff. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass eine Langzeitzwischenlagerung bzw. eine Rückholung von radioaktiven Reststoffen aus einem geologischen Tiefenlager zu einer erhöhten Dosisbelastung der Beschäftigten beitragen kann. Im Rahmen des Vorhabens werden zum einen Quellterme für stilisierte Entwicklungen geologischer Tiefenlager in Steinsalz, Ton/Tonstein und kristallinen Wirtsgestein 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 4.4 „Radionuklidquellterme für verschiedene Entsorgungsoptionen“ 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 4.5 „Individuelle Dosimetrie für Beschäftigte in Entsorgungsanlagen“ beinhaltet Untersuchungen zur Langzeitzwischenlagerung sowie zur Rückholung aus einem geologischen Tiefenlager. Die derzeit übliche Abschätzung der Dosisbelastungen beruflich strahlenexponierter Personen beruht auf der Anwendung herkömmlicher Dosimetriemethoden und gemittelten Messdaten. Die Modellierung von Strahlenfeldern in Lagern für hochradioaktive Reststoffe, die Entwicklung angepasster Dosimetriestrategien, die Beschreibung von Beschäftigungsabläufen mit Hilfe von Ablaufsimulationen und MCNP Modellierungen erlauben die Abschätzung von Strahlenexpositionen für bestimmte Tätigkeitsabläufe und damit der individuellen Dosisbelastung.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP4.4: Status:

Wie für Einlagerung in Steinsalz, wurde vom AP4.4 das Konzept einer Streckenlagerung von Pollux-Behältern in einem Tiefenlager in Tonstein modelltechnisch abgebildet und mit Simulationen zur Radionuklidausbreitung begonnen. Bisher liegen Referenzkonzepte für Tiefenlager mit Vorkehrungen zur Rückholung (Dossier des AP3.1) vor, jedoch keine Referenzkonzepte für ein Langzeitzwischenlager und für wartungsfreie Tiefenlager. R. Leon Vargas (AP3.1) und V. Metz organisierten ein Koordinationstreffen der AP4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 5.1, 5.2, 6.1, 6.5, 7.1 und 7.2 (intac, KIT-INE, LUH-IRS/-IW, risicare, TUBS-IBMB/-IGB/-IELF/-IFAD), das am 23. Juni in Braunschweig stattfand. Hierbei wurden Festlegung zu Referenzkonzepten und den relevanten Behälterkonzepten getroffen. V. Metz beteiligte sich an der Vorbereitung des ENTRIA-Symposiums „Technisches Monitoring und Long-Term Governance“ (geplant für Okt. 2016) und schrieb einen Artikel zum „Beitrag geochemisch-basierter Analysen“ für den ENTRIA-Sammelband zu Inter- und Transdisziplinarität.

AP4.5: Status:

Monte Carlo Rechnungen wurden mittels MCNP6 zur Simulationen von Neutronen- und Photonenstrahlenfelder um POLLUX-Behälter mit abgebranntem UOx-MOX-Brennstoff durchgeführt. Hierbei wurden Simulationen für Strecken mit anstehendem Steinsalz und für solche mit Betonwänden (relevant für Tiefenlager Ton/Tonstein) miteinander verglichen. Verschiedene MCNP6-Varianzreduktionstechniken und Simulationen mit virtuellen Quellen wurden untersucht, um die Rechenzeit bei der Ermittlung der Strahlenfelder zu optimieren. B. Pang präsentierte Ergebnisse des AP4.5 beim Treffen des ENTRIA-Beirats am 11. März in Berlin, und F. Becker hielt einen Vortrag zum „Low Dose Regime“ beim Treffen der ENTRIA-Bearbeiter am 15. April in Berlin. Von F. Becker und H. Saurí Suárez wurden Vorträge zu Ergebnissen des AP4.5 am 24. April auf der „Int’l Conf. on Individual Monitoring of Ionising Radiation“ in Brügge und am 6. Mai auf der „Jahrestagung Kerntechnik“ in Berlin gehalten. B. Pang und H. Saurí Suárez trafen sich am 25. Juni mit Mitarbeitern der DBE-TEC in Peine, um sich über Arbeitsszenarien zur Einlagerung bzw. Rückholung hochradioaktiver Reststoffe in Tiefenlagern in Steinsalz und Tonstein auszutauschen.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP4.4:

Für die Einlagerung von Abfallprodukten in POLLUX-ähnlichen Behältern in Strecken in Steinsalz und Tonstein sowie für Zwischenlagerung von Abfallprodukten in CASTOR-ähnlichen Behältern sollen die zugehörigen Materialeigenschaften, geochemischen und radiochemischen Parameter zusammengestellt und miteinander verglichen sowie Simulationen zur Radionuklidmobilisierung für vereinfachte Wasserzutrittsszenarien berechnet werden. Experimentelle Arbeiten zur Thermodynamik von Np(IV) und Pu(IV) werden weiter geführt.

AP4.5:

Die individuelle Dosisabschätzung von Beschäftigten in einem Tiefenlager soll zunächst für die Einlagerung eines POLLUX-Behälters in Steinsalz durchgeführt werden. Die Einlagerungsszenarien sollen in einzelne Arbeitsschritte zerlegt werden, für die jeweils eine Abschätzung der Personendosisleistung mittels MCNP6 durchgeführt werden soll. Die gesamte Dosis ergibt sich aus der Summe der Personendosis der einzelnen Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der jeweiligen Arbeitsdauer. Weiterhin soll eine Dosisabschätzung für Rückholszenarien durchgeführt werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Bo Pang, Héctor Saurí Suárez, Frank Becker (2015): Individual dosimetry in final disposal repository of heat-generating nuclear waste; International Conference on Individual Monitoring of Ionising Radiation (IM 2015); Bruges, Belgien.

Héctor Saurí Suárez, Bo Pang, Frank Becker (2015): Monte-Carlo Calculations of the radiation field in a rock salt horizontal emplacement gallery of an underground nuclear waste disposal facility; in Annual Meeting Nuclear Technology 2015 (AMNT 2015), Berlin.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 9093A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2013 bis 30.09.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.040.856,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In einer Kooperation des Karlsruher Instituts für Technologie (TMRK und Mobima), der Leibniz Universität Hannover (IFW), der Kraftanlagen Heidelberg GmbH sowie der Herrenknecht AG wird im Rahmen des Verbundprojektes „Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen“ ein System zum definierten Abtrag hochbewehrter Stahlbetone bei gleichzeitiger Förderung und endlagergerechter Verpackung des Abraums entwickelt.

Der definierte Abtrag von Stahlbeton stellt insbesondere beim Rückbau von nuklearen Anlagen einen zentralen Punkt dar. Durch eine selektive Entnahme von kontaminiertem Material kann der überwiegende und unbelastete Anteil der Gesamtmasse wieder dem normalen Recyclingkreislauf zugeführt werden. Ein Problem besteht aktuell beim lokal begrenzten Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z. B. bei Rissen oder Ausbrüchen, so dass die entstehenden Oberflächen im Anschluss freimessbar sind. Ein vielversprechender Ansatz zur Lösung dieser Problematik stellt ein kombiniertes Abtragwerkzeug dar, bei dem einerseits der Abtrag von unbewehrten Betonschichten mit einem angeregten Hinterschneidverfahren erfolgt. Andererseits werden bewehrte Bereiche mittels eines Fräsverfahrens im Trockenschnitt abgetragen. Durch die unmittelbare Aufnahme des Abbruchgutes und den Verzicht auf verschleppende Hilfsstoffe, kann eine Querkontamination der verbleibenden Strukturen vermieden werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Recherche zum Stand der Technik und Erarbeitung des Lastenheftes
- AP2: System zur präzisen Detektion metallischer Einbauten
- AP3: Schneidtechnologie Fräsen
- AP4: Schneidtechnologie aktivierte Hinterschneidung
- AP5: Spezifikation Trägersystem
- AP6: Steuerung und Trägergerät
- AP7: Herstellung Demonstrator
- AP8: In-situ-Testreihe

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Das erste Halbjahr 2015 im Projekt war inhaltlich geprägt durch die Bearbeitung der Arbeitspakete AP2 bis AP4 sowie den damit verbundenen Zuarbeiten der Partner. Entwicklungsschwerpunkt war in diesem Zeitraum die Konzeption eines neuen Werkzeugverfahrens, das nach ersten Erkenntnissen einen Betonabtrag bei gleichzeitiger Unterstützung des Trockenfräsprozesses ermöglicht. Zusätzlich wurden die Schutzrechtsanmeldung und die damit verbundene Patentarbeit durchgeführt.

Bezüglich des AP2 wurden anhand der in 2014 durchgeführten Versuche mit verschiedenen Sensorfunktionskonzepten, die Ergebnisse ausgewertet. Es wurden die entsprechenden Ergebnisse verglichen und anhand der Randbedingungen für das Gesamtsystem bewertet. Dadurch wurde die Auswahl an möglichen Konzepten eingeschränkt. Entsprechend wurde die Ausgestaltung der verbleibenden Konzepte vorgenommen und verschiedene Testmuster der in Frage kommenden Sensorbauarten ausgewählt und beschafft. Die vorbereitenden Arbeiten zu Validierung der Testmuster wurden angefangen und werden derzeit analysiert. Zusätzlich werden momentan die Anzahl und die Anordnung der Testmuster konzeptioniert. Damit können wiederum das Vorgehen und die Durchführung der kommenden Einzelerprobungen der Testmuster unter den definierten Randbedingungen erfolgen.

Im Rahmen der Tätigkeiten für AP4 wurde in Kooperation mit Herrenknecht AG die Werkzeugbestückung des neuen Verfahrens für den Einsatz von Hartmetalllamellen und Wendeschneidplatten hinsichtlich der Konstruktionslösung analysiert und optimiert. Hierfür wurden zusätzlich praktische Versuchsreihen, speziell für den Einsatz von Hartmetalllamellen, an einem Versuchsstand am Institut TMB durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuche zeigen die Abhängigkeiten zwischen Betriebsparametern, Abtragstiefen und Werkzeuggeometrie auf, um die Konstruktion des Werkzeugsystems zu unterstützen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Durch die Auswahl der Sensorfunktionskonzepte wird im kommenden Zeitabschnitt die Kombination, Anordnung etc. der verschiedenen Sensoren und deren Bauarten im Detail untersucht und unter definierten Randbedingungen erprobt. Die entsprechenden Detailkonzepte werden dann wiederum verglichen und bewertet und entsprechend im Kontext des Gesamtsystems bewertet. Des Weiteren soll ein erstes Konzept der mechanischen Adaptierung des dann gefunden Detektionskonzeptes an das Gesamtsystem erfolgen, sofern dieses konstruktiv realisierbar ist. Auch die Verarbeitung der Detektionsinformationen und deren Bereitstellung in den Abtragsprozess soll entsprechend erarbeitet werden.

Des Weiteren ist die Fortführung der unterstützenden Tätigkeit zu AP4 geplant. Besonders im Hinblick auf die konstruktive Einbindung und Umsetzung der Hartmetalllamellen in das neue Werkzeugsystem sind Entwicklungsarbeiten vorgesehen. Zusätzlich sollen praktische Untersuchungen zu den auftretenden Bearbeitungskräften, speziell der ausgewählten Hartmetalllamellen, zur Realisierung und Umsetzung einer funktionsfähigen Konstruktion des neuen Werkzeugverfahrens beitragen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Durch den Projektpartner IFW wurde ein Paper zur KONTEC 2015 eingereicht, mit dem das Projekt allgemein sowie erste Ergebnisse des Stahlbetonfräsens vorgestellt wurden.

Veröffentlichung in der Fachpublikation DIHW von B. Denkena, U. Hess und B. Richter: „Spanende Bearbeitung von metallischen und mineralischen Werkstoffen mit polykristallinem Diamant (PKD)“, April 2015.

Zuwendungsempfänger: Herrenknecht AG, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau		Förderkennzeichen: 02 S 9093B
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2013 bis 30.09.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 760.442,00 EUR	Projektleiter: Edelmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In einer Kooperation des Karlsruher Instituts für Technologie (TMRK und Mobima), der Leibniz Universität Hannover (IFW), der Kraftanlagen Heidelberg GmbH sowie der Herrenknecht AG wird im Rahmen des Verbundprojektes „Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen“ ein System zum definierten Abtrag hochbewehrter Stahlbetone bei gleichzeitiger Förderung und endlagerechter Verpackung des Abraums entwickelt.

Der definierte Abtrag von Stahlbeton stellt insbesondere beim Rückbau von nuklearen Anlagen einen zentralen Punkt dar. Durch eine selektive Entnahme von kontaminiertem Material kann der überwiegende und unbelastete Anteil der Gesamtmasse wieder dem normalen Recyclingkreislauf zugeführt werden. Ein Problem besteht aktuell beim lokal begrenzten Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z. B. bei Rissen oder Ausbrüchen, so dass die entstehenden Oberflächen im Anschluss freimessbar sind. Ein vielversprechender Ansatz zur Lösung dieser Problematik stellt ein kombiniertes Abtragwerkzeug dar, bei dem einerseits der Abtrag von unbewehrten Betonschichten mit einem angeregten Hinterschneidverfahren erfolgt. Andererseits werden bewehrte Bereiche mittels eines Fräsverfahrens im Trockenschnitt abgetragen. Durch die unmittelbare Aufnahme des Abbruchgutes und den Verzicht auf verschleppende Hilfsstoffe, kann eine Querkontamination der verbleibenden Strukturen vermieden werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Recherche zum Stand der Technik und Erarbeitung des Lastenheftes
- AP2: System zur präzisen Detektion metallischer Einbauten
- AP3: Schneidtechnologie Fräsen
- AP4: Schneidtechnologie aktivierte Hinterschneidung
- AP5: Spezifikation Trägersystem
- AP6: Steuerung und Trägergerät
- AP7: Herstellung Demonstrator
- AP8: In-situ-Testreihe

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Das erste Halbjahr 2015 war inhaltlich geprägt durch die Bearbeitung der Arbeitspakete AP2, AP3, AP4 sowie AP5 und den damit verbundenen Zuarbeiten der Projektpartner. Es wurde zum einen der Augenmerk auf die Durchführung des Verfahrensvergleichs zwischen dem INAS-Verfahren und dem neuen Fräswalzen-Verfahren gelegt und zum anderen stand die Selektion des zielführendsten Verfahrens im Mittelpunkt der Arbeiten. Im direkten Vergleich hat sich das neue Verfahren als weitaus zielführender gegenüber dem ursprünglich gewählten Verfahren heraus gestellt. Weswegen konsortial von den Projektpartnern entschieden wurde, das neue Verfahren weiter zu konkretisieren. Die Arbeitspakete und Zeit- sowie Budgetplanung wurden den Anforderungen des neuen Verfahrens für alle Projektpartner angepasst. Gemeinsam mit den Projektpartnern ist die Argumentation für den Wechsel zusammengefasst und dem Zuwendungsgeber präsentiert worden, welcher dem Verfahrenswechsel zustimmte. Dies hatte zur Konsequenz, dass die Projektpartner eine Verlängerung der Gesamtprojektlaufzeit sowie jeweils eine individuelle Budget- und Zeitanpassung beantragten.

Der Hauptfokus der Herrenknecht AG lag im Berichtszeitraum auf der weiteren Bearbeitung von AP4 (Schneidtechnologie aktivierte Hinterschneidtechnik), welches sich alleinig auf der Entwicklung einer Schneidtechnologie zum Betonabtrag beschränkt. Aufbauend auf die gesammelten Erkenntnisse im vorherigen Halbjahr wurde der Vergleich der Abtragsverfahren abgeschlossen und Konzeptentwicklung sowie Konstruktion der Frästrommel und Versuchsstand vorangetrieben. Hierbei wurde ein selektives und kontinuierliches Verfahren zum Abtrag von Stahlbeton ohne Werkzeugwechsel als angestrebtes Konzept auserkoren. Parallel dazu wurde ein Werkzeugträger für eine solche Frästrommel entwickelt.

Wie bereits im letzten Zwischenbericht beschrieben, wird durch die Projektpartner ein Schutzrecht eingereicht. Dazu wurden im Berichtszeitraum Rechercharbeiten durchgeführt sowie die Formulierung und die Konzeptionierung des Patentierungsgegenstandes weiter ausgearbeitet.

Der Herrenknecht AG obliegt die Gesamtprojektleitung, woraus sich während der gesamten Projektdauer übergreifende und organisatorische Aufgaben ergaben.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im zweiten Halbjahr 2015 werden wir die Konstruktion und damit die Fertigungszeichnung der Frästrommel sowie Versuchsstand vollenden. Dabei werden die Zuarbeiten aus AP3 maßgeblich mit in die Entwicklung mit eingebunden. Dazu wird ein Prüfstand zur Ermittlung des Werkzeugverhaltens sowie geeigneter Schnittparameter aufgebaut und entsprechende Versuche durchgeführt. Die daraus gesammelten Werte bilden die Grundlage für den Demonstrator. Parallel dazu werden erste Untersuchungen und Konzepte zum Endgerät erstellt und die aus heutiger Sicht kritischsten Punkte wie Kraftübertragung auf die Bauwerksstruktur und Materialförderung detailliert betrachtet. Des Weiteren ist in nächster Zukunft das Einreichen des Schutzrechtes für das neue Verfahren durch die Projektpartner geplant.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Postersession und KONTEC DIREKT Kurzvortrag auf der KONTEC 2015 „Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen“ (25.-27.03.2015, Dresden) durch Herrn Hess vom IFW Hannover.

Veröffentlichung in der Fachpublikation DIHW von B. Denkena, U. Hess und B. Richter: „Spanende Bearbeitung von metallischen und mineralischen Werkstoffen mit polykristallinem Diamant (PKD)“, April 2015.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 9093C
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2013 bis 30.09.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 532.248,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Denkena	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In einer Kooperation des Karlsruher Instituts für Technologie (TMRK und Mobima), der Leibniz Universität Hannover (IFW), der Kraftanlagen Heidelberg GmbH sowie der Herrenknecht AG wird im Rahmen des Verbundprojektes „Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen“ ein System zum definierten Abtrag hochbewehrter Stahlbetone bei gleichzeitiger Förderung und endlagergerechter Verpackung des Abraums entwickelt.

Der definierte Abtrag von Stahlbeton stellt insbesondere beim Rückbau von nuklearen Anlagen einen zentralen Punkt dar. Durch eine selektive Entnahme von kontaminiertem Material kann der überwiegende und unbelastete Anteil der Gesamtmasse wieder dem normalen Recyclingkreislauf zugeführt werden. Ein Problem besteht aktuell beim lokal begrenzten Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z. B. bei Rissen oder Ausbrüchen, so dass die entstehenden Oberflächen im Anschluss freimessbar sind. Ein vielversprechender Ansatz zur Lösung dieser Problematik stellt ein kombiniertes Abtragwerkzeug dar, bei dem einerseits der Abtrag von unbewehrten Betonschichten mit einem angeregten Hinterschneidverfahren erfolgt. Andererseits werden bewehrte Bereiche mittels eines Fräsverfahrens im Trockenschnitt abgetragen. Durch die unmittelbare Aufnahme des Abbruchgutes und den Verzicht auf verschleppende Hilfsstoffe, kann eine Querkontamination der verbleibenden Strukturen vermieden werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Recherche zum Stand der Technik und Erarbeitung des Lastenheftes
- AP2: System zur präzisen Detektion metallischer Einbauten
- AP3: Schneidtechnologie Fräsen
- AP4: Schneidtechnologie aktivierte Hinterschneidung
- AP5: Spezifikation Trägersystem
- AP6: Steuerung und Trägergerät
- AP7: Herstellung Demonstrator
- AP8: In-situ-Testreihe

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Zur Weiterentwicklung der Schneidtechnologie Fräsen im AP3 wurde der Versuchsaufbau dahingehend verändert, dass der vorliegende Verbundwerkstoff Stahlbeton in die Einzelmaterialien Stahl und Beton aufgeteilt wurde. Hierbei wurden experimentelle Einzahnfräsuntersuchungen unter Variation der Prozesseinstellgrößen Zahnvorschub f_z und Schnitttiefe a_p durchgeführt. Ziel der experimentellen Zerspanuntersuchungen ist die Ermittlung der Erkenntnisse zum Einfluss der Lage und Größe des Spannungsquerschnitts auf die Prozesskräfte und den Werkzeugverschleiß. In

den experimentellen Zerspanuntersuchungen wurde ein Planfräser mit einem Durchmesser von $D = 40$ mm verwendet. Der Planfräser wurde mit runden Wendeschneidplatten mit Durchmesser 20 mm, ISO Bezeichnung RDMT 2006 MO, bestückt. Aufgrund der verwendeten Wendeschneidplattengeometrie und der Prozesseinstellgrößen resultierte eine Variation der effektiven Spanungsdicke h_{eff} , der effektiven Spanungsbreite b_{eff} und des effektiven Einstellwinkels k_{eff} . Neben dem Spanungsquerschnitt wurde der Einfluss der Schnittgeschwindigkeit v_c auf die Prozesskräfte und den Werkzeugverschleiß in den Einzelmaterialien und im Verbund untersucht. Das Ziel hierbei ist eine Erhöhung der Produktivität. Hinsichtlich der Prozesskräfte zeigte es sich, dass bei Bearbeitung von Stahl die spezifischen Prozesskräfte mit steigender Spanungsdicke degressiv, aufgrund des Einflusses auf die Formänderung der Spanbildung, abfallen. Die effektive Spanungsbreite b_{eff} hat bei Stahl einen positiv linearen Einfluss auf die spezifischen Prozesskräfte, da hier der Einfluss auf die Formänderung vernachlässigbar ist. Die absoluten Prozesskräfte steigen jedoch mit dem Spanungsquerschnitt an. Mit steigender Schnittgeschwindigkeit sinken bei der Stahlbearbeitung die Prozesskräfte aufgrund der Entfestigung des Materials mit zunehmender Temperatur. Bei Beton sinken die spezifischen Prozesskräfte mit steigender effektiver Spanungsdicke. Die effektive Spanungsbreite hat keinen Einfluss auf die spezifischen Prozesskräfte. Zur Erhöhung der Produktivität kann bei der Betonbearbeitung der Spanungsquerschnitt gesteigert werden, ohne dass die Prozesskräfte oder der Verschleiß ansteigen. Bei der Betonbearbeitung hat die Schnittgeschwindigkeit keinen Einfluss auf die Prozesskräfte. Der Freiflächenverschleiß der Werkzeuge steigt jedoch um 400 % an, wenn die Schnittgeschwindigkeit von 80 m/min auf 180 m/min erhöht wird. Die Übertragung der gezeigten Erkenntnisse auf die Verbundbearbeitung ist aufgrund des gegenläufigen Materialverhaltens von Stahl und Beton nicht möglich. Auf Basis dieser Erkenntnisse sowie Ergebnissen aus den Arbeitspaketen 1 und 4 wurde eine neue Verfahrenskombination als zielführender, als die ursprünglich beantragte, ermittelt. Diese integriert zwei Fertigungsverfahren in einem Werkzeug. Zur Auslegung dieses Werkzeuges wurden Fräsuntersuchungen an Stahl S355 J2 + N durchgeführt. Hierbei wurde der Einfluss von Schnittgeschwindigkeit v_c , Zahnvorschub f_z , Eingriffsbreite a_c und Schnitttiefe a_p auf die Prozesskräfte untersucht. Ziel dieser Untersuchungen war die Aufstellung eines gültigen Kraftmodells, mit dem die Schnittmomente eines im Labormaßstab nicht abbildbaren Werkzeuges bestimmt werden können. Das aufgestellte Kraftmodell wird zur leistungsoptimierten Auslegung, beispielsweise durch Anpassung der Wendeschneidplattenanordnung und Wahl der Prozesseinstellgrößen, genutzt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Für die Bearbeitung ist die, im Vergleich zu stationären Fräsmaschinen, reduzierte Steifigkeit des zu entwickelnden Abtragsystems von großer Bedeutung. Daher werden Berechnungen und Untersuchungen durchgeführt, um diese Nachgiebigkeit auf den Fräsprozess im Labormaßstab zu übertragen. Hiermit besteht unter anderem die Möglichkeit, den Einfluss dynamischer Kraftanteile aufgrund der impulsartigen Anregung durch den Teilschnitt auf den Werkzeugverschleiß zu untersuchen. Aufbauend auf den erzielten Erkenntnissen erfolgt die Fokussierung der weiteren Untersuchungen auf die Ermittlung des Einflusses verschiedener Hartmetallsorten und Einstellgrößen auf den Verschleiß und die wirkenden Prozesskräfte bei der Bearbeitung von Stahl.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Das Projekt und aktuelle Ergebnisse wurden auf der KONTEC 2015 vorgestellt. Veröffentlichung in der Fachpublikation DIHW von B. Denkena, U. Hess und B. Richter.

Zuwendungsempfänger: Kraftanlagen Heidelberg GmbH, Im Breitspiel 7, 69126 Heidelberg		Förderkennzeichen: 02 S 9093D
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2013 bis 30.09.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 398.046,00 EUR	Projektleiter: Fitting	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

In einer Kooperation des Karlsruher Instituts für Technologie (TMRK und Mobima), der Leibniz Universität Hannover (IFW), der Kraftanlagen Heidelberg GmbH sowie der Herrenknecht AG wird im Rahmen des Verbundprojektes „Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen“ ein System zum definierten Abtrag hochbewehrter Stahlbetone bei gleichzeitiger Förderung und endlagergerechter Verpackung des Abraums entwickelt.

Der definierte Abtrag von Stahlbeton stellt insbesondere beim Rückbau von nuklearen Anlagen einen zentralen Punkt dar. Durch eine selektive Entnahme von kontaminiertem Material kann der überwiegende und unbelastete Anteil der Gesamtmasse wieder dem normalen Recyclingkreislauf zugeführt werden. Ein Problem besteht aktuell beim lokal begrenzten Tiefenabtrag von Stahlbetonen, z. B. bei Rissen oder Ausbrüchen, so dass die entstehenden Oberflächen im Anschluss freimessbar sind. Ein vielversprechender Ansatz zur Lösung dieser Problematik stellt ein kombiniertes Abtragwerkzeug dar, bei dem einerseits der Abtrag von unbewehrten Betonschichten mit einem angeregten Hinterschneidverfahren erfolgt. Andererseits werden bewehrte Bereiche mittels eines Fräsverfahrens im Trockenschnitt abgetragen. Durch die unmittelbare Aufnahme des Abbruchgutes und den Verzicht auf verschleppende Hilfsstoffe, kann eine Querkontamination der verbleibenden Strukturen vermieden werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Recherche zum Stand der Technik und Erarbeitung des Lastenheftes
- AP2: System zur präzisen Detektion metallischer Einbauten
- AP3: Schneidtechnologie Fräsen
- AP4: Schneidtechnologie aktivierte Hinterschneidung
- AP5: Spezifikation Trägersystem
- AP6: Steuerung und Trägergerät
- AP7: Herstellung Demonstrator
- AP8: In-situ-Testreihe

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im ersten Halbjahr 2015 lag der Fokus zum einen auf der Durchführung des Verfahrensvergleichs zwischen dem INAS-Verfahren und dem neuen Fräswalzen-Verfahren. Zum anderen stand die Selektion des zielführendsten Verfahrens im Mittelpunkt der Arbeiten. In dem Vergleich hat sich das neue Verfahren als deutlich zielführender gegenüber dem ursprünglich gewählten Verfahren herausgestellt. Daraufhin haben die Projektpartner konsortial entschieden, dieses neue Verfahren weiter zu verfolgen. Jeder der Projektpartner ermittelte die resultierenden Auswirkungen, welche der Verfahrenswechsel auf die jeweiligen Arbeitspakete hat, die von ihm bearbeitet werden, um das Projekt neu auszurichten. Die Zeit- und die Budgetplanung wurde angepasst. Gemeinsam mit den Projektpartnern ist die Argumentation für den Wechsel zusammengefasst und dem Zuwendungsgeber präsentiert worden. Nachdem auch der Zuwendungsgeber den Verfahrenswechsel befürwortete, wurde als Konsequenz daraus eine Gesamtprojektlaufzeitverlängerung sowie eine, je nach Projektpartner, individuelle Budget- und Zeitanpassung beantragt.

Wie bereits im letzten Zwischenbericht beschrieben, wird durch die technologiegebenden Projektpartner ein Schutzrecht angestrebt. Dazu wurden im Berichtszeitraum Recherchearbeiten durchgeführt sowie die Formulierung und die Konzeptionierung des Patentierungsgegenstandes ausgearbeitet.

Parallel dazu wurden im Rahmen von AP5 mobile Trägergeräte unter Berücksichtigung der Randbedingungen aus AP1 recherchiert. Dabei wurden abdeckende Lasten aus dem INAS-Verfahren als auch des neuen Fräswalzen-Verfahrens berücksichtigt. Weiterhin wurden auch Methoden zur Ableitung der abdeckenden Lastgrößen in die Gebäudestruktur, als Alternative zu einer Verdübelung, eruiert. Zur Optimierung der Recherchen und, im späteren Verlauf, der Spezifikation des Trägergerätes, muss die Breite der Parameter reduziert werden. Daraus folgt, dass die Ergebnisse aus den Versuchen für die zielführende Erarbeitung des AP5 notwendig sind. Gemäß dem Antrag wurden die Arbeiten an AP5 nach März 2015 unterbrochen und werden nach den ersten Versuchen aus AP2-4, wenn belastbare Ergebnisse vorliegen, im Mai 2016 fortgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im weiteren Projektverlauf liegt der Schwerpunkt auf der Durchführung der AP2-4. Zur Ermittlung geeigneter Schnittparameter, der generellen Kräfte und Momente sowie zur Ermittlung des Werkzeugverhaltens, wird ein Prüfstand aufgebaut und entsprechende Versuche durchgeführt. Diese Ergebnisse bilden dann die Basis für das endgültige Abtragssystem. KAH wird die Projektpartner, speziell AP5 beeinflussende Themen, im Rahmen von Zuarbeit unterstützen.

Im Weiteren wird die Anmeldung des Schutzrechts vorangetrieben, um das neue Verfahren baldmöglichst zu patentieren.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Postersession und KONTEC DIREKT Kurzvortrag auf der KONTEC 2015 „Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen“ (25.-27.03.2015, Dresden) durch Herrn Hess vom IFW Hannover.

Veröffentlichung in der Fachpublikation DIHW von B. Denkena, U. Hess und B. Richter: „Spanende Bearbeitung von metallischen und mineralischen Werkstoffen mit polykristallinem Diamant (PKD)“, April 2015.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 9113A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kern- technische Rückbauprojekte (MogaMaR)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2014 bis 31.12.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 472.860,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Schultmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Um den Rückbau kerntechnischer Anlagen unter Einhaltung von Zeit- und Kostenrestriktionen erfolgreich durchführen zu können, gewinnt die ganzheitliche betriebswirtschaftliche Betrachtung bei der Planung, Ausführung und Überwachung des Rückbaus kerntechnischer Anlagen neben der technischen Umsetzung zunehmend an Bedeutung. Aufgrund des Individual- und Neuheitscharakters auf dem Gebiet der Stilllegung und des Rückbaus kerntechnischer Anlagen stellt die Standardisierung und Verallgemeinerung der Prozesse und Verfahren in Anlehnung an klassische Rückbauprojekte derzeit eine Herausforderung dar.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, auf Basis von Projektstrukturplänen, Genehmigungsunterlagen und anderen Projektdokumentationen von abgeschlossenen, laufenden und in Planung befindlichen Rückbauprojekten die Besonderheiten von kerntechnischen Rückbauprojekten zu analysieren. Dabei sollen derzeitige Schwachstellen im Projektmanagement identifiziert werden, die für außerplanmäßige Zeit- und Kostenveränderungen verantwortlich sind. Die Analyseergebnisse fließen in die Entwicklung eines Muster-Projektstrukturplans ein, der eine integrierte Zeit-, Kosten- und Ressourcenplanung ermöglicht. Darüber hinaus werden auf Basis von Szenario-Analysen Handlungsempfehlungen zum Rückbau kerntechnischer Anlagen entwickelt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Forschungsprojekt untergliedert sich in fünf Arbeitspakete (AP):

In AP1 wird eine Literatur- und Datenrecherche durchgeführt. Darüber hinaus werden die Projektstrukturpläne realisierter Rückbauprojekte der beiden Projektpartner AREVA und VKTA zerlegt, um eine einheitliche Strukturierung des Rückbauprozesses gemeinsam mit relevanten Daten zum Rückbau kerntechnischer Anlagen in einer Erfahrungsdatenbank zusammenzutragen.

Die in AP2 entwickelten Kennzahlen werden dazu genutzt, um die Projektstrukturpläne realisierter Projekte mit Hilfe eines Soll-Ist-Abgleichs zu bewerten.

Innerhalb des AP3 wird im Rahmen einer Ursachenanalyse im Detail beleuchtet, inwieweit interne oder externe Ursachen für die Abweichung bei kritischen Elementen verantwortlich sind und mit welchen Maßnahmen eine Prozessstabilität bei diesen Elementen erreicht werden kann. Diese Maßnahmen sowie die Informationen der in AP1 und AP2 erstellten Erfahrungsdatenbank fließen in die Entwicklung eines integrierten Muster-Projektstrukturplans ein.

Durch die Definition exemplarischer Szenarien wird der Muster-Projektstrukturplan in AP4 einer Szenarioanalyse unterzogen, um diesen auf Prozessrobustheit und -stabilität zu testen.

Auf Basis der Ergebnisse werden in AP5 Handlungsempfehlungen erarbeitet, die zusammen mit dem integrierten Muster-Projektstrukturplan verbreitet werden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Eintragung der Daten durch AREVA und VKTA in die in AP1.1 erstellte Struktur der Erfahrungsdatenbank wurde rechtzeitig zum 28.02.2015 fertiggestellt. Auch zukünftig werden neue Erkenntnisse der Projektpartner sowie Erkenntnisse dritter Unternehmen zum Rückbau kerntechnischer Anlagen in die Erfahrungsdatenbank integriert. Dadurch soll eine kontinuierliche Fortschreibung der Erfahrungen im kerntechnischen Rückbau sichergestellt werden.

In gemeinsamen Gesprächen zwischen AREVA, VKTA und dem KIT wurde deutlich, dass das ursprünglich angedachte Vorgehen des „Soll-Ist-Abgleichs und Bewertung“ (AP2.2) mit Hilfe der in AP2.1 definierten Kennzahlen nicht möglich ist. Aufgrund mehrfacher Anpassungen der Plan-Daten von AREVA und VKTA ist eine einheitliche Gegenüberstellung zwischen Soll- und Ist-Daten (Soll-Ist-Vergleich) sowie die Integration dieser Daten in die Erfahrungsdatenbank nicht immer einheitlich auf einer Detaillierungsebene durchführbar. Um dennoch kritische Elemente der Rückbauplanung zu definieren und um diese einer detaillierten Abweichungsanalyse zu unterziehen (AP3.1), haben sich die Projektpartner auf die Erstellung einer „Liste kritischer Abweichungen“ geeinigt. In dieser Liste wurden die wesentlichen Abweichungen von geplanten Zeitdauern und Kosten der von AREVA und VKTA durchgeführten kerntechnischen Rückbauprojekte anhand von Erfahrungsberichten in verschiedenen Detaillierungsebenen aufgelistet.

Um die in AP3.1 vorgesehene Abweichungsanalyse durchführen zu können, wurden in der „Liste kritischer Abweichungen“ einige Daten zur Bewertung der Abweichungen, Gründe sowie Gegenmaßnahmen der Abweichungen und weitere Verbesserungsvorschläge bereits durchgeführter kerntechnischer Rückbauprojekte gesammelt. Diese werden in dem noch bis September 2015 laufenden AP3.1 detailliert analysiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Mit Hilfe der Daten in der „Liste kritischer Abweichungen“ wird eine detaillierte Analyse der Abweichungen durchgeführt. Die Analyse weitet die bereits in der Liste aufgeführten Daten zu Ursachen, Arten und Auswirkungen der Abweichungen sowie mögliche Gegenmaßnahmen, um kritische Abweichungen zu verhindern, aus. Mit Hilfe dieser Analyse sollen einerseits Maßnahmen abgeleitet werden, um (kritische) Abweichungen bereits in der Planung zu berücksichtigen. Andererseits sollen die Analyseergebnisse zur Erstellung einer Vorlage für Szenarien (AP4.1) genutzt werden.

In AP3.2 wird ein integrierter Muster-Projektstrukturplan erstellt, der einen kostenminimalen Rückbauplan für kerntechnische Rückbauprojekte aufzeigen soll. Es wird zunächst ein Optimiermodell aufgestellt, welches mit Hilfe einer Methode des Operations Research computergestützt gelöst werden soll. Zur Bestimmung eines kostenminimalen Rückbauplans werden als Input für den Lösungsalgorithmus die in der Erfahrungsdatenbank gesammelten Daten genutzt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Herr Hübner und Herr Secer vom KIT haben im Rahmen der KONTEC 2015 vom 25.03. bis 27.03.2015 in Dresden ein Poster zum Thema „Prozessstrukturierung als Planungsgrundlage des Projektmanagements zum Rückbau kerntechnischer Anlagen“ vorgestellt. Des Weiteren wurde auf der KONTEC 2015 am BMBF-Stand ein Poster veröffentlicht, welches die Forschungsinhalte und das geplante Vorgehen im Verbundprojekt MogaMaR aufzeigt.

Zuwendungsempfänger: AREVA GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen		Förderkennzeichen: 02 S 9113B
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kern-technische Rückbauprojekte (MogaMaR)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2014 bis 31.12.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 510.020,00 EUR	Projektleiter: Kühn	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Um den Rückbau kerntechnischer Anlagen unter Einhaltung von Zeit- und Kostenrestriktionen erfolgreich durchführen zu können, gewinnt die ganzheitliche betriebswirtschaftliche Betrachtung bei der Planung, Ausführung und Überwachung des Rückbaus kerntechnischer Anlagen neben der technischen Umsetzung zunehmend an Bedeutung. Aufgrund des Individual- und Neuheitscharakters auf dem Gebiet der Stilllegung und des Rückbaus kerntechnischer Anlagen stellt die Standardisierung und Verallgemeinerung der Prozesse und Verfahren in Anlehnung an klassische Rückbauprojekte derzeit eine Herausforderung dar.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, auf Basis von Projektstrukturplänen, Genehmigungsunterlagen und anderen Projektdokumentationen von abgeschlossenen, laufenden und in Planung befindlichen Rückbauprojekten die Besonderheiten von kerntechnischen Rückbauprojekten zu analysieren. Dabei sollen derzeitige Schwachstellen im Projektmanagement identifiziert werden, die für außerplanmäßige Zeit- und Kostenveränderungen verantwortlich sind. Die Analyseergebnisse fließen in die Entwicklung eines Muster-Projektstrukturplans ein, der eine integrierte Zeit-, Kosten- und Ressourcenplanung ermöglicht. Darüber hinaus werden auf Basis von Szenario-Analysen Handlungsempfehlungen zum Rückbau kerntechnischer Anlagen entwickelt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Forschungsprojekt untergliedert sich in fünf Arbeitspakete (AP):

In AP1 wird eine Literatur- und Datenrecherche durchgeführt. Darüber hinaus werden die Projektstrukturpläne realisierter Rückbauprojekte der beiden Projektpartner AREVA und VKTA zerlegt, um eine einheitliche Strukturierung des Rückbauprozesses gemeinsam mit relevanten Daten zum Rückbau kerntechnischer Anlagen in einer Erfahrungsdatenbank zusammenzutragen.

Die in AP2 entwickelten Kennzahlen werden dazu genutzt, um die Projektstrukturpläne realisierter Projekte mit Hilfe eines Soll-Ist-Abgleichs zu bewerten.

Innerhalb des AP3 wird im Rahmen einer Ursachenanalyse im Detail beleuchtet, inwieweit interne oder externe Ursachen für die Abweichung bei kritischen Elementen verantwortlich sind und mit welchen Maßnahmen eine Prozessstabilität bei diesen Elementen erreicht werden kann. Diese Maßnahmen sowie die Informationen der in AP1 und AP2 erstellten Erfahrungsdatenbank fließen in die Entwicklung eines integrierten Muster-Projektstrukturplans ein.

Durch die Definition exemplarischer Szenarien wird der Muster-Projektstrukturplan in AP4 einer Szenario Analyse unterzogen, um diesen auf Prozessrobustheit und -stabilität zu testen.

Auf Basis der Ergebnisse werden in AP5 Handlungsempfehlungen erarbeitet, die zusammen mit dem integrierten Muster-Projektstrukturplan verbreitet werden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Basierend auf den Plandaten eines Referenzkonzepts für den Ausbau von RDB-Einbauten sowie Unterlagen zu einer RDB-Zerlegung wurde die, in der Vergangenheit zusammen mit VKTA und KIT, erarbeitete Erfahrungsdatenbank weiter mit AREVA-spezifischen Inhalten ergänzt. Zu den in der Tabelle vorliegenden Aktivitäten wurden vor allem Angaben zu folgenden Punkten gemacht:

- Gültigkeit des Unterarbeitspakets
- Dauer des betrachteten Vorgangs
- Varianz der Dauer (Verzögerungen)
- Gründe für die Varianz (Unsicherheiten)
- Ort der Ausführung
- Direkter Vorgänger
- Angaben zu benötigten Ressourcen:
 - Bezeichnung der Ressource
 - Variable Vollkosten für den aktuellen Arbeitsschritt
 - Benötigte Zeitspanne der Ressource

Im Rahmen dieser Arbeiten kam es auch zu weiteren geringfügigen Anpassung der Struktur der Erfahrungsdatenbank.

Im Hinblick auf eine möglichst umfassende Datengrundlage für die spätere Simulation der optimalen Vorgehensweise bei Rückbauprojekten ist es erforderlich, dass die Erfahrungsdatenbank möglichst vollständig ausgefüllt ist. Um die Arbeitspakete, die nicht mit der Zerlegung von Reaktordruckbehälter-Einbauten bzw. des Reaktordruckbehälters selbst in Zusammenhang stehen, bearbeiten zu können, wurde versucht weitere geeignete Informanten zu identifizieren und zur Mitarbeit zu gewinnen. Hierzu wurden entweder (zum Teil ehemalige) Mitarbeiter von Betreibergesellschaften mit entsprechenden Erfahrungen im Rückbauprojekten befragt/kontaktiert oder entsprechende Kontakte wurden an KIT weitergeleitet.

Ergänzend zu den vorab beschriebenen Tätigkeiten wurde eine Liste sogenannter „kritischer Abweichungen“ erstellt und ausgefüllt. Diese soll die wesentlichen Abweichungen zwischen Soll- und Plan-Daten bei abgewickelten Projekten aufzeigen, inklusive Detailangaben zu:

- zeitlichen und monetären Abweichungen
- Auswirkungen auf das Gesamtprojekt bzw. auf andere Prozessschritte
- Gründe der Abweichungen und mögliche Gegenmaßnahmen
- etc.

Diese Liste kritischer Abweichungen entstand alternativ zum ursprünglichen Vorhaben, anhand existierender Projektdaten einen vollständigen Soll-Ist-Vergleich durchzuführen, was aufgrund ungeeigneter Datenbasen nicht möglich gewesen ist.

4. Geplante Weiterarbeiten

Mit Beendigung der Phase 1 (AP1.x) sind die relevanten Vorarbeiten bzgl. der Erstellung der Erfahrungsdatenbank seitens AREVA abgeschlossen. Die nun anstehenden Tätigkeiten werden sich voraussichtlich hauptsächlich auf Klärung und Erläuterungen sich ergebender Fragestellungen im Rahmen der weiteren Bearbeitung beziehen. Zusätzlich ist eine Ergänzung der bereits gelieferten Daten/Informationen möglich.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Auf der KONTEC 2015 veröffentlichte das KIT am BMBF-Stand ein Poster, welches die Forschungsinhalte und das geplante Vorgehen im Verbundprojekt MogaMaR aufzeigt.

Zuwendungsempfänger: VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V., Bautzener Landstr. 400, 01328 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 9113C
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kern- technische Rückbauprojekte (MogaMaR)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2014 bis 31.12.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 190.393,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Sahre	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Um den Rückbau kerntechnischer Anlagen unter Einhaltung von Zeit- und Kostenrestriktionen erfolgreich durchführen zu können, gewinnt die ganzheitliche betriebswirtschaftliche Betrachtung bei der Planung, Ausführung und Überwachung des Rückbaus kerntechnischer Anlagen neben der technischen Umsetzung zunehmend an Bedeutung. Aufgrund des Individual- und Neuheitscharakters auf dem Gebiet der Stilllegung und des Rückbaus kerntechnischer Anlagen stellt die Standardisierung und Verallgemeinerung der Prozesse und Verfahren in Anlehnung an klassische Rückbauprojekte derzeit eine Herausforderung dar.

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, auf Basis von Projektstrukturplänen, Genehmigungsunterlagen und anderen Projektdokumentationen von abgeschlossenen, laufenden und in Planung befindlichen Rückbauprojekten die Besonderheiten von kerntechnischen Rückbauprojekten zu analysieren. Dabei sollen derzeitige Schwachstellen im Projektmanagement identifiziert werden, die für außerplanmäßige Zeit- und Kostenveränderungen verantwortlich sind. Die Analyseergebnisse fließen in die Entwicklung eines Muster-Projektstrukturplans ein, der eine integrierte Zeit-, Kosten- und Ressourcenplanung ermöglicht. Darüber hinaus werden auf Basis von Szenario-Analysen Handlungsempfehlungen zum Rückbau kerntechnischer Anlagen entwickelt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Forschungsprojekt untergliedert sich in fünf Arbeitspakete (AP):

In AP1 wird eine Literatur- und Datenrecherche durchgeführt. Darüber hinaus werden die Projektstrukturpläne realisierter Rückbauprojekte der beiden Projektpartner AREVA und VKTA zerlegt, um eine einheitliche Strukturierung des Rückbauprozesses gemeinsam mit relevanten Daten zum Rückbau kerntechnischer Anlagen in einer Erfahrungsdatenbank zusammenzutragen.

Die in AP2 entwickelten Kennzahlen werden dazu genutzt, um die Projektstrukturpläne realisierter Projekte mit Hilfe eines Soll-Ist-Abgleichs zu bewerten.

Innerhalb des AP3 wird im Rahmen einer Ursachenanalyse im Detail beleuchtet, inwieweit interne oder externe Ursachen für die Abweichung bei kritischen Elementen verantwortlich sind und mit welchen Maßnahmen eine Prozessstabilität bei diesen Elementen erreicht werden kann. Diese Maßnahmen sowie die Informationen der in AP1 und AP2 erstellten Erfahrungsdatenbank fließen in die Entwicklung eines integrierten Muster-Projektstrukturplans ein.

Durch die Definition exemplarischer Szenarien wird der Muster-Projektstrukturplan in AP4 einer Szenarioanalyse unterzogen, um diesen auf Prozessrobustheit und -stabilität zu testen.

Auf Basis der Ergebnisse werden in AP5 Handlungsempfehlungen erarbeitet, die zusammen mit dem integrierten Muster-Projektstrukturplan verbreitet werden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurde im Rahmen der Datensammlung im AP1.4 ein ergänzender Terminplan (VKTA-5) an das KIT übergeben. Die aus diesem Terminplan ableitbaren Zeitabläufe, Kosten und Ressourcen der jeweiligen Einzelvorgänge wurden im Weiteren in die Erfahrungsdatenbank eingepflegt. Darüber hinaus wurden Zuarbeiten zu den Arbeitspaketen 2.2 und 3.1 durch den VKTA geleistet. Ergänzend zur Übertragung der RFR-Daten in die Erfahrungsdatenbank wurde vom KIT eine weitere Zuarbeit in Form einer Liste der kritischen Abweichungen gewünscht. Bezugnehmend auf das Projekt „Rossendorfer Forschungsreaktor“ wurde diese erstellt und dem KIT zur Auswertung übermittelt.

Um weitere Daten für die Erfahrungsdatenbank zur Verfügung stellen zu können, wurde bereits vorliegendes Datenmaterial des ASTRA Projektes gesichtet und in Form einer Gegenüberstellung der Daten des Projektes „Rossendorfer Forschungsreaktors“ erarbeitet. Diese Unterlage wurde dem KIT als Diskussionsgrundlage zur Bewertung übergeben.

4. Geplante Weiterarbeiten

Ist eine Verwertbarkeit des ASTRA Datenmaterials gegeben, so wird versucht, weiteres Datenmaterial vom ehemaligen ASTRA Stillleger zu erhalten und in der dann abgestimmten Form zuzuarbeiten.

Auf Anforderung vom KIT werden weitere Zuarbeiten zu den Arbeitspaketen 3.1 und 3.2 geleistet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Poster von KIT auf dem BMBF-Stand auf der KONTEC 2015, auf dem die Forschungsinhalte und das geplante Vorgehen im Verbundprojekt MogaMaR vorgestellt wurden.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 9134
Vorhabensbezeichnung: Angepasstes Seilschleifen komplexer, metallischer Strukturen (Sekomet)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2014 bis 31.08.2017	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 438.882,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Denkena	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rückbau kerntechnischer Anlagen wird das Seilschleifen aufgrund seiner Flexibilität im Hinblick auf Bauteilgeometrie und -zusammensetzung zunehmend eingesetzt. Das Trennen nichtmassiver, metallischer Strukturen, wie z. B. Wärmeübertrager oder Dampftrockner, stellt das neueste Anwendungsgebiet dieses spannenden Fertigungsverfahrens dar. Die Prozesssicherheit ist bei diesen Anwendungsfällen jedoch nicht gegeben. In mehr als einem Drittel der Einsatzfälle kommt es zu einem vorzeitigen Komplettversagen des Werkzeugs durch Verharren oder Reißen. Diese Effekte sind auf die mangelnden Kenntnisse geeigneter Prozessstellgrößen in Kombination mit den Eingriffsbedingungen und den Rahmenbedingungen im Rückbau kerntechnischer Anlagen zurückzuführen. Bisher in der Praxis eingesetzte Strategien zur Erhöhung der Prozesssicherheit waren entweder nicht zielführend oder gingen mit einer reduzierten Effizienz des Prozesses einher.

Das Ziel des Forschungsvorhabens ist, die Prozesssicherheit und Effizienz beim trockenen Einsatz der Seilschleiftechnologie an nichtmassiven, metallischen Strukturen durch ein gesteigertes Prozessverständnis und daraus abgeleitete Prozessanpassungen sowie ein innovatives Werkzeugdesign so zu erhöhen, dass ein einzelner Schnitt ohne Werkzeugversagen durchgeführt werden kann.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Versuchsplanung und -vorbereitung
- AP2: Einsatzuntersuchungen an nicht-massiven, metallischen Strukturen unter Variation der Prozessstellgrößen
- AP3: Einsatzuntersuchungen an nicht-massiven, metallischen Strukturen unter Variation der werkzeugseitigen Systemgrößen
- AP4: Anforderungsprofil und Konzept für ein an die Bearbeitung nicht-massiver, metallischer Strukturen angepasstes Seilschleifwerkzeug
- AP5: Herstellung eines ideal an die Bearbeitung nicht-massiver, metallischer Strukturen angepassten Seilschleifwerkzeugs
- AP6: Einsatzuntersuchungen mit neuartigen Seilschleifwerkzeugen an nicht-massiven, metallischen Strukturen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im AP1 wurde ein Versuchsstand zur Durchführung der Laboruntersuchungen entwickelt und aufgebaut. Mit Hilfe der installierten Messtechnik ist es nun möglich, verschiedene Prozesskenngrößen in einem Messprogramm zu erfassen. Die Prozesskräfte, die Spindelleistung, die Drehzahl und die vertikale Position des Seils können simultan aufgezeichnet werden. Die Werkzeug- und Werkstücktemperaturen werden mit einer Thermographiekamera gemessen. Werkstücke aus dem Baustahl S 355 JR und dem Edelstahl 1.4571 sowie Seilschleifwerkzeuge wurden beschafft. Aufgrund der teilweise sehr hohen Lieferzeiten hat sich der Abschluss von Arbeitspaket 1 um vier Monate verzögert.

Im AP2 wird der Einfluss der Prozessstellgrößen auf das Einsatzverhalten von Seilschleifwerkzeugen an massiven und nicht-massiven Stahlstrukturen untersucht. Hierzu wurden Parameterräume identifiziert, innerhalb derer die Prozessstellgrößen variiert werden können, sodass kritische Prozessbedingungen vermieden werden. Die Seilvorspannung wird bei der Versuchsmaschine über einen Pneumatikzylinder realisiert, der Vorschub der Umlenkrollen erfolgt weggebunden. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Seilvorspannung unter sonst gleichen Bedingungen einen signifikanten Einfluss auf die Zeitspanfläche, die Schleifkräfte und die Maschinenleistung hat.

Im AP3 wurde für den Vergleich verschiedener Seilverbinderkonzepte ein Analogieversuch entwickelt. Zwei kurze Stahlseile werden mit einem Verbinder verpresst. Auf einem Hydro-pulser-Prüfstand können die Verbinder unter Last mit verschiedenen Frequenzen angeregt werden, sodass Belastungen in Abhängigkeit der Schnittgeschwindigkeit simuliert werden können. Die Streuung der maximalen Auszugskräfte ist sehr hoch. Der Versuchsaufbau wird derzeit angepasst, um Störeinflüsse reduzieren zu können.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Derzeit werden experimentelle Untersuchungen durchgeführt, die den Einfluss der Prozessstellgrößen und deren Wechselwirkungen ermitteln.

AP3: Weiterführend werden in Arbeitspaket 3 Werkzeuge mit verschiedener Segmentierung eingesetzt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Unter dem Titel „Influence of diamond wire pretension on process behavior“ wurde ein Abstract für die 3rd International Conference on Stone and Concrete Machining angenommen. Die dargestellten Ergebnisse beinhalten Teilaspekte aus Arbeitspaket 2. Die Veröffentlichung erfolgt im Rahmen eines Vortrags auf der Konferenz und einer Publikation im Tagungsband.

Ende des Jahres ist eine umfassende Veröffentlichung der Ergebnisse aus Arbeitspaket 2 in einem internationalen Journal (mit Review) vorgesehen.

Zuwendungsempfänger: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Temp- lergraben 55, 52062 Aachen		Förderkennzeichen: 02 S 9144
Vorhabensbezeichnung: Voruntersuchung Wiederverwertbarkeit seltener Metalle beim Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2014 bis 29.02.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 339.192,00 EUR	Projektleiter: Dr. Charlier	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel der Voruntersuchung ist es, anhand einer beispielhaft ausgewählten kerntechnischen Anlage

- die relevanten Metalle in ausgewählten Bauteilen zu identifizieren und zu quantifizieren,
- abzuschätzen, welche Bestandteile nicht radioaktiv sind und einer weiteren uneingeschränkten metallurgischen Verwertung zugänglich sind. Darüber hinaus sollen auch diejenigen Bauteile identifiziert werden, die nach einer bestimmten Abklingzeit (Zwischenlagerung) als aktivitäts- bzw. kontaminationsfrei gelten (Radiologische Charakterisierung),
- eine prozesstechnische Bewertung der Gewinnbarkeit und Rezyklierbarkeit der identifizierten Bestandteile sowie der darin enthaltenen Wertmetalle,
- die Darstellung der wirtschaftlichen Bedeutung eines ressourceneffizienten Metallrecyclings.

Um die Rückbautechnologie kerntechnischer Anlagen in Deutschland ressourceneffizient realisieren zu können, gilt es vor allem, die in der Wertschöpfungskette bestehenden Wissenslücken hinsichtlich der Materialerfassung, d. h. des verfügbaren Metallinventars, zu schließen und hierdurch bestehende Schwachstellen gezielt zu beseitigen. So sollen durch angepasste Gestaltung der Schnittstellen Aufbereitung (Materialvorbereitung/-sortierung) und Metallurgie (Metallrückgewinnung) tragfähige Rückbaukonzepte etabliert werden, mit denen die Recyclingraten wertvoller Metalle innerhalb der Rohstoffkette gesteigert werden können.

In diesem Zusammenhang fördert das BMBF ein Projekt zum „Rückbau des Forschungsreaktors DIDO des FZ-Jülich“, dessen etablierte Methoden zur Aktivierungsberechnung bei dem hier beschriebenen Vorhaben zur Anwendung gebracht werden können.

Mit Hilfe dieser neuen Ansätze und unter Einbeziehung der zur Verfügung stehenden metallurgischen Prozesstechnik durch den beteiligten Projektpartner soll ein Beitrag geliefert werden, der eine Diskussion zukünftiger Handlungsoptionen auf belastbarer Datenbasis zulässt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Um das wertstoffliche Gesamtpotenzial einer kerntechnischen Anlage für eine Rückgewinnung nach ihrer Stilllegung zu bestimmen, soll zunächst eine Anlage im Neuzustand betrachtet werden. Das so ermittelte Gesamtinventar wird anschließend anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel Aktivierung, Kontaminierung, Recyclingfähigkeit nach Stand der Technik und Wirtschaftlichkeit, schrittweise eingeschränkt. Als Beispiel für diese Vorstudie wurde ein leichtwassermoderierter Druckwasserreaktor ausgewählt.

Arbeitsplan:

- Schaffung einer komponentenabhängigen Datenbasis für bekannte und neu identifizierte wirtschaftsstrategisch relevante Wertmetalle
- Entwicklung eines Simulationsmodells zur Bestimmung der Aktivitätsverteilung im Reaktorgebäude
- Ermittlung und Analyse der Recyclingfähigkeit relevanter Komponenten unter Eingrenzung technischer möglicher Wiedergewinnungsraten (spezifische Metallausbeuten)
- Konzeptentwicklung zur ressourceneffizienten Rückgewinnung dieser Wertmetalle durch Konzentration in geeignete Recyclingprodukte (Stoff-/Legierungsgruppen)
- Bewertung der wirtschaftlichen Potentiale eines optimierten Rückbaus

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Gemäß dem zweiten Arbeitspaket wurde ein umfangreicher Anlagenbaum erstellt. Darin enthalten sind sämtliche Großkomponenten (wie zum Beispiel Dampferzeuger und Hauptkühlmittelleitungen) sowie metallurgisch besonders interessante Kleinkomponenten. Anhand dieses Anlagenbaumes konnte die Materialrecherche gemäß Arbeitspaket 3 strukturiert durchgeführt werden. Zu den im Anlagenbaum aufgeführten Komponenten liegen beispielhaft Zusammensetzung und Massen(-anteile) vor. Viele dieser Daten konnte durch Literaturrecherche akquiriert werden.

Ziel des Arbeitspakets 4 ist die Quantifizierung bzw. Charakterisierung der Aktivität in den Reaktorbauteilen im Hinblick auf die Materialzyklisierung und -verwertung. Da hierzu die Kenntnis der Neutronenflussverteilung in den aktiven Komponenten des Reaktors bestehend aus dem gesamten Reaktordruckbehälter (RDB) und verbundenen Strukturen sowie Reaktorabschirmungen notwendig ist, wurde im Berichtszeitraum ein umfassendes Rechenmodell für die Fluenzsimulation erstellt, wobei für die Beschreibung der verwendeten Werkstoffe, Struktur- und Aktivierungsmaterialien die Konstruktionsdaten des Kernreaktors einer fiktiven Anlage angenommen wurden. Um das Flussprofil in allen Strukturen für anschließende Aktivierungsberechnungen zu erzeugen, wurde das Modell außerdem durch die Varianzreduktionstechnik erweitert. Mit dem vollständigen Neutronentransportmodell für Neutronenbestrahlung wurde die Flussverteilung im Reaktordruckbehälter und den angrenzenden Komponenten in hohem Detail berechnet. Auf der Grundlage dieser Verteilungen wird eine aktivitätsbezogene Charakterisierung bzw. Quantifizierung der Bauteile erfolgen. Die Ergebnisse der Aktivierungsrechnungen erlauben die Beantwortung der Frage, ob für bestimmte Komponenten eine Abklinglagerung infrage kommt, um eine uneingeschränkte Freigabe zu erreichen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die recherchierten Materialdaten sollen in Metallschrottfractionen zusammengefasst werden. Beispielhaft soll für ausgewählte Metallschrottfractionen eine Zuordnung der prinzipiellen Recyclingfähigkeit innerhalb metallurgischer Prozessketten und eine metallurgische Bilanzierung durchgeführt werden.

Im weiteren Verlauf soll die Datenabfrage fortgeführt werden, um anonymisierte bzw. gemittelte Kennzahlen von realen Stoffstrombilanzen zu akquirieren. Mögliche Pfade einer konkreten Metallschrottfraction während des Rückbaus sind uneingeschränkte Freigabe, zweckgerichtete (eingeschränkte) Freigabe und Entsorgung als radioaktiver Abfall. Besonderes Interesse gilt den Verzweigungen, die ein Stoffstrom während der verschiedenen Phasen des Rückbaus nehmen kann. Anhand dieser Verzweigungen soll für jede Metallschrottfraction das Potential abgeschätzt werden, den uneingeschränkt freigebbaren Anteil zu maximieren.

Zu diesem Anteil gehören auch diejenigen Komponenten, die nach einer Abklinglagerung aus dem Atomgesetz entlassen werden können. Für kernnahe Komponenten wird daher neben der Aktivierung nach Abschaltung des Reaktors auch das Abklingverhalten für vertretbare Zeiträume analysiert.

5. Berichte, Veröffentlichungen

J. P. Dabruck, F. Charlier, C. Büttner, C. Ruppenthal, R. Nabbi, A. Trentmann, D. Friedmann, E. Rombach: „Wiederverwertbarkeit Seltener Metalle beim Rückbau Kerntechnischer Anlagen“, KONTEC 2015 - 12. Internationales Symposium Konditionierung radioaktiver Betriebs- und Stilllegungsabfälle, Konferenzbeitrag und Posterpräsentation, Dresden, 2015

Zuwendungsempfänger: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Hansastr. 27 c, 80686 München		Förderkennzeichen: 02 S 9154
Vorhabensbezeichnung: Verfahrensoptimierung mit Maßstabsvergrößerung zur Volumenreduktion/Beseitigung C-14-belasteter flüssiger Abfälle mittels elektrochemischer Totalmineralisation der organischen Inhaltsstoffe		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2014 bis 28.02.2017	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 781.383,00 EUR	Projektleiter: Friedrich	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Gesamtziel des Vorhabens besteht in der Weiterentwicklung, Optimierung und Maßstabsvergrößerung eines bereits im Labormaßstab erfolgreich erprobten Verfahrensansatzes zur elektrochemischen Totalmineralisation C-14-haltiger flüssiger organischer Stoffe, um auf diese Weise ein alternatives, technisch einfacheres und kostengünstigeres Verfahren für die Behandlung und Entsorgung solcher schwierig entsorgbaren und nicht endlagerfähigen radioaktiven Abfälle im Pilotmaßstab bereitstellen zu können. In einem vom BMBF geförderten Vorprojekt wurde die prinzipielle Anwendbarkeit des Verfahrensprinzips bereits erfolgreich u. a. an ausgewählten Chargen C-14-haltiger wässriger Abfalllösungen demonstriert. Mit den Entwicklungsarbeiten soll ein 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: Experimentelle Prüfung der Einsetzbarkeit für die elektrochemische Totaloxidation bislang nicht untersuchter relevanter organischer Verbindungen
- AP2: Optimierung der Prozessführung
- AP3: Maßstabsvergrößerung und Errichtung einer bench-scale-Anlage mit ca. 1000 cm² Anodenfläche einschließlich Anlagendesign für den Umgang mit höheren C-14-Aktivitäten, Kalterprobung
- AP4: Test des Verfahrens im mehrwöchigen Erprobungsbetrieb mit realer C-14-belasteter Abfalllösung
- AP5: Bewertung von Prozessstabilität /-Effektivität und Wirtschaftlichkeit auf Basis der Versuchsdaten, Anforderungen an die technische Umsetzbarkeit
- AP6: Erstellung von Berichten, Patentarbeit, Präsentation der Ergebnisse, Verwertung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Die elektrochemisch-kinetischen Untersuchungen sowie die kleinmaßstäblichen batch-Elektrolyseversuche konzentrierten sich auf relevante Verbindungen aus der Reihe der aliphatischen Kohlenwasserstoffe, auf spezielle in C-14-Tracersynthesen zum Einsatz kommende Glykolether, auf längerkettige Carbonsäuren und auf Versuche zur elektrochemischen Totaloxidation rein organischer Verbindungen mit entsprechendem Zusatz von Leitelektrolyt.

Als gangbarer Lösungsweg für die elektrochemische Oxidation schwerer löslicher organischer Verbindungen erwies sich die Umsetzung in Form von Suspensionen bzw. Emulsionen. Die Verwendung von Lösungsvermittlern führte hingegen noch nicht zu den erhofften Ergebnissen. Bei der Oxidation in organischer Phase spielt die Auswahl eines geeigneten Leitelektrolyten eine entscheidende Rolle. Für die elektrochemische Totaloxidation polarer organischer Lösungsmittel konnten inzwischen entsprechende Elektrolytsysteme identifiziert und erfolgreich erprobt werden.

AP2: Der für die Untersuchungen benötigte Laborversuchsstand wurde aufgebaut und getestet.

AP3: Die Bearbeitung von AP3 ist erst für das Jahr 2016 vorgesehen.

AP4: Eine Bearbeitung ist erst im Jahr 2016 vorgesehen.

AP5: Eine Bearbeitung ist erst 2016/2017 vorgesehen.

AP6: AP6 wurde entsprechend Erfordernis bearbeitet. Erste Ergebnisse des Vorhabens wurden auf der KONTEC 2015 präsentiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Bearbeitung des AP1 soll im 2. Halbjahr 2015 abgeschlossen werden. Noch nicht abschließend bearbeitet sind die Untersuchungen zur elektrochemischen Totaloxidation rein organischer Lösungsmittel(-gemische).

Schwerpunktmäßig steht jedoch die Bearbeitung des AP2 an, der sich dabei in drei Bearbeitungsschwerpunkte gliedert:

- Optimierung der Elektrolysebedingungen für die Umsetzung schwer löslicher/leicht flüchtiger organischer C-14-Verbindungen unter Verwendung des errichteten Versuchsstandes
- Optimierung des Dekontaminationsgrades
- Optimierung der C-14-CO₂-Abtrennung.

Die Bearbeitung des AP2 wird sich bis in das Jahr 2016 erstrecken.

5. Berichte, Veröffentlichungen

„Die elektrochemische Totaloxidation von flüssigen organischen C-14-Abfalllösungen – eine künftige Alternative zur klassischen Verbrennung?“, Vortrag KONTEC-Direkt, Dresden 2015

„Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall- und Reststofflösungen“, Poster KONTEC, Dresden 2015

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 9184
Vorhabensbezeichnung: Betondekontamination mittels Trockeneisstrahlens zum Rückbau von Gebäudestrukturen im kerntechnischen Bereich (BeDeKo)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2014 bis 30.09.2016	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 449.268,00 EUR	Projektleiter: Dr. Hassel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Dekontamination der Gebäudestrukturen kerntechnischer Anlagen stellt einen der umfangreichsten Arbeitsschritte beim Rückbau dar. Kontaminationen sind für den Kontrollbereich vom Planungsbeginn der Anlage an erwartet, so dass gefährdete Gebäudebereiche mit einer Kontaminationsschutzschicht versehen sind. Dekontaminationsanstrich und ggf. ein Teil der darunterliegenden Betonschicht müssen beim Rückbau abgetragen werden. Dieses geschieht zu Zeit in weiten Teilen durch manuell geführte mechanische Verfahren und ist daher Kosten-, Zeit- und Personalintensiv. Weiterhin tragen diese Verfahren ein großes Materialvolumen ab und führen zu einer erhöhten Menge Sekundärabfall.

Strahlverfahren eignen sich zum Abtrag des Dekontaminationsanstriches besonders gut, da sie:

- den Lack nicht thermisch zersetzen und somit keine Kohlenwasserstoffe an die umgebene Raumluft abgeben.
- Absätze und Störkanten, wie sie durch Schal Bretter oder Installationen entstehen, überbrücken können.
- die Abtragtiefe durch eine Vielzahl von Parametern einfach und exakt eingestellt werden kann.
- Die Beschichtung kann in einem zweistufigen Verfahren getrennt vom Grundwerkstoff abgetragen werden.
- die Dekontaminationsbeschichtung automatisch geführt entfernen können
- Muss zusätzlich Beton abgetragen werden, kann die Abtragtiefe durch eine Vielzahl von Parametern einfach und exakt eingestellt werden.

Die meisten Strahlverfahren tragen durch Abrasivstoffe ab, typischerweise werden Korund, Schlacke oder ähnliche Stoffe verwendet. Diese Verfahren zeichnen sich durch hohe Abtragsraten aus, weisen aber den großen Nachteil von zusätzlich eingebrachtem Sekundärwaste auf. Alternativ hierzu können Strahlverfahren verwendet werden, die keinen Sekundärabfall erzeugen. Diese sind das Trockeneisstrahlen und das leistungsschwächere CO₂-Schneestrahlen.

muss zusätzlich Beton abgetragen werden, kann die Abtragtiefe durch eine Vielzahl von Parametern einfach und exakt eingestellt werden.

Die meisten Strahlverfahren tragen durch Abrasivstoffe ab, typischerweise werden Korund, Schlacke oder ähnliche Stoffe verwendet. Diese Verfahren zeichnen sich durch hohe Abtragsraten aus, weisen aber den großen Nachteil von zusätzlich eingebrachtem Sekundärwaste auf. Dieses läuft dem Ziel der Abfallminimierung zuwider. Alternativ hierzu können Strahlverfahren verwendet werden, die keinen Sekundärabfall erzeugen. Diese sind das Trockeneisstrahlen und das leistungsschwächere CO₂-Schneestrahlen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Ziel der Untersuchungen ist es, die Eignung des Trockeneisstrahlens zum Abtrag von Beschichtungen im Bereich kerntechnischer Anlagen zu qualifizieren. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Prozessleistung sowie auf der Analyse der entstehenden Emissionen. Erst durch die Quantifizierung der Emissionen wird es möglich, beim Einsatz des Trockeneisstrahlens geeignete Maßnahmen zur Behandlung der anfallenden Emissionen zu ergreifen und so die Arbeitssicherheit auch in begrenzten Arbeitsbereichen zu gewährleisten. Das Arbeitsprogramm gliedert sich in die folgenden Arbeitspakete:

- Aufbau von Mock-Up Strukturen zur Entschichtung
- Trockeneisbearbeitung der Betonoberflächen
- Bestimmung des Leistungspotentials der verschiedenen Entschichtungsarten
- Übertragbarkeit auf andere Dekontaminationsbereiche
- Abfallbehandlungskonzept
- Analyse der Prozessemissionen zur Gefährdungsabschätzung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Aufbau und Inbetriebnahme von Trockeneispelletieranlage und der zugehörigen CO₂-Tankanlage
- Bestellung von Mockupstrukturen definierter Festigkeitsklassen, künstliche Alterung der Mockups
- Aufbau und Inbetriebnahme der Trockeneisstrahlanlage
- Recherche zu dekontaminierbaren Lacksystemen
- Beschaffung des Materials zur Probenlackierung
- Lackierung von Probekörpern mit dekontaminierbarem Lacksystem zur Qualifizierung der Lackdicken und Lackiermethodik
- Versuche zur Herstellung alternativer Trockeneispelletgeometrien

4. Geplante Weiterarbeiten

- Herstellung definierter Beschichtungen auf den Mockupstrukturen
- Iterative Verbesserung der Matrizen zur Herstellung alternativer Trockeneispelletformen
- Herstellung von alternativen Trockeneispelletgeometrien definierter Qualität
- Inbetriebnahme der zusätzlichen Abrasivzuführung der Trockeneisstrahlanlage

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 9194
Vorhabensbezeichnung: Umsetzung von Schwermetall-Landfarming zur nachhaltigen Landschaftsgestaltung und Gewinnung erneuerbarer Energien auf radionuklidbelasteten Flächen (USER)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.12.2014 bis 30.11.2018	Berichtszeitraum: 01.01.2015 bis 30.06.2015	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 988.374,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Büchel	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Projektvorhaben baut auf den Erkenntnissen und auf den technischen Installationen des BMBF-Projektes „Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe“ (PHYTOREST, Förderkennzeichen 02S8528) auf.

Im aktuellen Projektvorhaben sollen im Rahmen des FuE-Programms „Rückbau kerntechnischer Anlagen“ im Sinne einer Strahlenschutz-Vorsorge schwermetall- und radionuklidbelastete Substrate durch die Verwendung von Bioremediationsmethoden saniert und einer Nutzung zur Produktion von Energiepflanzen zugeführt werden. Dabei zielt das Projekt auf die Nutzung einer kostengünstigen, durch Mikrobiologie gesteuerten Phytosanierung, in der belastete Substrate über eine Durchmischung mit unbelastetem Boden konditioniert und kontaminierte Flächen neu konturiert werden können. Damit können kontaminierte Flächen genutzt werden, um erneuerbare Energien (Holz als Energieträger) zu produzieren und parallel zur Sanierung zusätzlich Wertschöpfungspotentiale erschlossen werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Im Rahmen des Projektes werden zwei neue Testflächen angelegt. Die auf dem Testfeld Gessenwiese bereits vorhandenen Lysimeter werden neu befüllt. Es erfolgt die Installation von Grundwassermessstellen und bodenhydrologischen Messplätzen (Sickerwassermessstellen, automatische Probennehmer) auf einem neu eingerichteten Teil des Testfeldes „Gessenwiese“ sowie auf einer neuen Testfläche am Kanigsberg in Ostthüringen. Ziel ist die Bilanzierung der Stoffflüsse und Frachten der Radionuklide/Schwermetalle (R/SM) im System Boden-Wasser-Pflanze unter Verwendung verschiedener mikrobiologischer Additive sowie verschiedener Bodensubstrate.

Innerhalb des Projektvorhabens soll die Kombination einer Phytoextraktion in einer Krautschicht, die regelmäßig geerntet werden kann und somit R/SM entzieht, mit einer Produktion von nachwachsenden Rohstoffen durch Kurzumtriebsplantagen von schnellwachsenden Bäumen, die einer Phytostabilisierungsstrategie entsprechen, entwickelt werden. Ein Fokus der Untersuchungen liegt dabei auf der Quantifizierung der Biomasse-Erträge und des R/SM-Transfers in die Pflanze. Weitere Schwerpunkte sind die Einflüsse der Bepflanzung und der Mikrobiologie (Einsatz von Bakterien, Mykorrhiza) auf die Mobilität und die Verteilung der Schadstoffe im Boden, der Austrag über das Sickerwasser sowie die Erosion. Begleitend sollen pflanzenphysiologische und mikrobiologische Parameter erfasst werden.

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die im Projektantrag aufgeführten Investitionen und Unteraufträge wurden im Berichtszeitraum größtenteils vergeben und realisiert. Zudem erfolgte die Besetzung der Doktorandenstellen in diesem Projekt mit wissenschaftlichen Mitarbeitern.

Testfeld Gessenwiese

Der Aufbau des neuen Testfeldareals mit 9 separaten, durch installierte Messflächeneingrenzungen abgetrennten Subplots, wurde durchgeführt. Hierfür wurde das Areal auf 1 m ausgehoben, das Material homogenisiert und in allen Subplots wieder eingebracht. Es wurden auf den Versuchspartellen drei Sanierungsvarianten angelegt: homogenisiertes Testfeldsubstrat (TF), TF + 5 % Rendzina-Oberboden in den oberen 50 cm und TF + 20 % Rendzina-Oberboden in den oberen 50 cm. Darüber hinaus erfolgte auf drei der 9 Subplots eine Inokulation mit Mykorrhiza (*Rhizophagus irregularis*). Im Folgenden wurden *Festuca rubra* (Rotschwingel) und *Sorghum bicolor* auf den Subplots sowie auf der neu mit Substrat befüllten Lysimeterstation (Fa. UMS München) ausgesät. Mit der Lysimeterstation können bodenhydrologische und klimatische Daten sowie die Sickerwasserquantität und -qualität erfasst werden.

Testfeld Kanigsberg

Auf dem Testareal Kanigsberg wurden drei verschiedene Testflächen angelegt und umzäunt (Fa. JenaGeos). Auf Testfläche I (Bareground) wurden 9 Subplots installiert, wobei das Substrat auf 30 cm ausgekoffert, homogenisiert und wieder eingebracht wurde. Dabei wurden auf den Versuchspartellen drei Varianten angelegt: homogenisiertes Baregroundsubstrat (BG), BG + 20 % Rendzina-Oberboden (BG20) und BG + Mykorrhiza (BGM). Darüber hinaus erfolgte die Installation von bodenhydrologischen Messplätzen auf drei Subplots (UGT Müncheberg). Im Folgenden wurden *Festuca rubra* und *Sorghum bicolor* auf den Subplots ausgesät. Auf zwei weiteren Testflächen wurde zunächst die Vegetation entfernt (Lebenshilfe Gera), von größeren Klatten befreit und jeweils vier Subplots angelegt. Im Folgenden wurden *Festuca rubra* und Waldstaudenroggen (*Secale multicaule*) als Erosionsschutz ausgesät. Außerdem wurden 8 Grundwassermessstellen installiert (Fa. JenaGeos). Die Charakterisierung der physikochemischen Parameter an beiden Standorten erfolgte im Mai 2015 durch zwei Bachelorarbeiten. Darüber hinaus erfolgte eine mikrobielle Charakterisierung der Substrate hinsichtlich Lebendzellzahlen, bakterieller Gemeinschaften und Bodenatmung.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die technische Ausstattung der Testfelder soll mit den Installationen der bodenhydrologischen Messplätze (Fa. ecoTech Bonn) sowie fünf weiterer Grundwassermessstellen (Fa. JenaGeos) abgeschlossen und in Betrieb genommen werden (August 2015). Die hydrochemische Charakterisierung der Grund-, Boden- und Sickerwässer erfolgt im vierteljährlichen Zyklus. Auf beiden Testflächen erfolgt im Juli 2015 die Inokulation mit *Streptomyces mirabilis* P16. Nach mehrwöchiger Wachstumsphase werden einzelne Pflanzenkompartimente zu Analyse Zwecken geerntet, um einen möglichen Einfluss der biologischen Additive und des veränderten Geosubstrates auf die R/SM-Aufnahme und die Biomasse abschätzen zu können. Im September werden im Zuge des Aufbaus der Kurzumtriebsplantagen auf den Testflächen Pappeln (*Populus*) und/oder Weiden (*Salix*) eingebracht.

Ab Juli wird ein Topfversuch mit ausgewählten Pflanzen und Additiven durchgeführt (Masterarbeit).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

1.3 Forschungsstellen

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

- 02 S 9072A Verbundprojekt: Automatisierte Zerlegung von Reaktordruckbehältereinbauten mit Hilfe von Unterwasser-Robotertechnik (AZURo) 📖 36
- 02 S 9113B Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR) 📖 60

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) 📖 20

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 📖 44

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

- 02 S 8841 Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) 📖 8

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

- 02 S 9022B Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging) 📖 24
- 02 S 9052A Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch prompt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide) 📖 30

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) 📖 38
- 02 S 9154 Verfahrensoptimierung mit Maßstabsvergrößerung zur Volumenreduktion/Beseitigung C-14-belasteter flüssiger Abfälle mittels elektrochemischer Totalmineralisation der organischen Inhaltsstoffe 📖 68

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 📖 42

Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena

- 02 S 9194 Umsetzung von Schwermetall-Landfarming zur nachhaltigen Landschaftsgestaltung und Gewinnung erneuerbarer Energien auf radio-nuklidbelasteten Flächen (USER) 📖 72

HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau

- 02 S 9093B Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) 📖 52

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

- | | | |
|-------------------|---|----|
| 02 S 8821 | Überwachungssystem mit integrierter Messensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | 6 |
| 02 S 8871 | Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik | 10 |
| 02 S 8881 | Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen | 12 |
| 02 S 8921 | Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen | 16 |
| 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) | 34 |
| 02 S 9093A | Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) | 50 |
| 02 S 9113A | Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR) | 58 |

Kraftanlagen Heidelberg GmbH, Im Breitspiel 7, 69126 Heidelberg
--

- | | | |
|-------------------|--|----|
| 02 S 9093D | Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) | 56 |
|-------------------|--|----|

Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

- | | | |
|-------------------|--|----|
| 02 S 9093C | Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) | 54 |
| 02 S 9134 | Angepasstes Seilschleifen komplexer, metallischer Strukturen (Sekomet) | 64 |
| 02 S 9184 | Betondekontamination mittels Trockeneisstrahlens zum Rückbau von Gebäudestrukturen im kerntechnischen Bereich (BeDeKo) | 70 |


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 | 40 |
|-------------------|---|----|


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

- | | | |
|-------------------|---|----|
| 02 S 9022A | Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging) | 22 |
| 02 S 9042 | Rückbau von Forschungs- und Leistungsreaktoren Entwicklung eines automatisierten Verfahrens zur Berechnung der Aktivitätsverteilungen und Ortsdosisleistungen in kerntechnischen Anlagen am Beispiel des Forschungsreaktors FRJ-2 in Jülich | 28 |
| 02 S 9144 | Voruntersuchung Wiederverwertbarkeit seltener Metalle beim Rückbau kerntechnischer Anlagen | 66 |


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


- 02 S 8911 Aufbau eines Simulationsmodells zur Qualifizierung eines neuen Vibrationsverfahrens für Dekontamination von Rohrleitungen  14

Siemens Aktiengesellschaft, Wittelsbacher Platz 2, 80333 München


- 02 S 9022C Verbundprojekt: Radiographie mittels schneller Neutronen zur Charakterisierung radioaktiver Abfälle (Neutron Imaging)  26


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

- 02 S 9082D Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen  46


- 02 S 9082E Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen  48

Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München
--

- 02 S 9001 Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung des Nuklidinventars in bituminierten Abfallgebinden  18

- 02 S 9052B Bestimmung und Validierung von nuklearen Daten von Actiniden zur zerstörungsfreien Spaltanalyse in Abfallproben durch prompt Gamma Neutronenaktivierungsanalyse (PGAA-Actinide)  32

VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V., Bautzener Landstr. 400, 01328 Dresden

- 02 S 9113C Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)  62