

KIT
Karlsruher Institut für Technologie
Die Forschungsuniversität in der
Helmholtz-Gemeinschaft

PTE-S Nr. 33

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

Berichtszeitraum: 1. Juli - 31. Dezember 2016

Projektträger Karlsruhe
Wassertechnologie und Entsorgung
(PTKA-WTE)

März 2017

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, bis zweites Halbjahr 2016)
- 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.

Inhaltsverzeichnis

1	FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“	1
1.1	Fördervorhaben	1
1.2	Formalisierte Zwischenberichte	5
1.3	Forschungsstellen.....	69

1 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

1.1 Fördervorhaben

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)	📖 6
02 S 9082A	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld	📖 8
02 S 9082B	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	Freie Universität Berlin	📖 10
02 S 9082C	Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel	📖 12
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)	📖 14
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)	📖 16
02 S 9093A	Verbundprojekt: Definiertes Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 18
02 S 9093B	Verbundprojekt: Definiertes Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Herrenknecht AG, Schwanau	📖 20

02 S 9093C	Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Leibniz Universität Hannover	📖 22
02 S 9093D	Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS)	Kraftanlagen Heidelberg GmbH	📖 24
02 S 9113A	Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 26
02 S 9113B	Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)	AREVA GmbH, Erlangen	📖 28
02 S 9113C	Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)	VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rosendorf e. V.	📖 30
02 S 9134	Angepasstes Seilschleifen komplexer, metallischer Strukturen (Sekomet)	Leibniz Universität Hannover	📖 32
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	📖 34
02 S 9184	Betondekontamination mittels Trockeneisstrahlen zum Rückbau von Gebäudestrukturen im kerntechnischen Bereich (BeDeKo)	Leibniz Universität Hannover	📖 36
02 S 9194	Umsetzung von Schwermetall-Landfarming zur nachhaltigen Landschaftsgestaltung und Gewinnung erneuerbarer Energien auf radionuklidbelasteten Flächen (USER)	Friedrich-Schiller-Universität Jena	📖 38
02 S 9215A	Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS)	TU Dresden	📖 40
02 S 9215B	Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS)	TU Bergakademie Freiberg	📖 42
02 S 9215C	Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS)	Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH, Ottobrunn	📖 44
02 S 9225A	Magnet-Separation von Korngemischen zur Minimierung von Sekundärabfällen im Rückbau kerntechnischer Anlagen (MASK)	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 46
02 S 9225B	Magnet-Separation von Korngemischen zur Minimierung von Sekundärabfällen im Rückbau kerntechnischer Anlagen (MASK)	Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	📖 48

02 S 9245	Identifizierung und Quantifizierung von Beta-Strahlern zur zerstörungsfreien Charakterisierung radioaktiver Abfallgebinde (IQ-Beta)	TU München	📖 50
02 S 9266A	Verbundprojekt: Entsorgung von radioaktivem Quecksilber und quecksilberhaltigen Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (PROMETEUS)	Forschungszentrum Jülich GmbH	📖 52
02 S 9266B	Verbundprojekt: Entsorgung von radioaktivem Quecksilber und quecksilberhaltigen Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (PROMETEUS)	Aachen Institute for Nuclear Training GmbH, Stolberg	📖 54
02 S 9276A	Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V.	📖 56
02 S 9276B	Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)	VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.	📖 58
02 S 9276C	Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)	Friedrich-Schiller-Universität Jena	📖 60
02 S 9276D	Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)	Leibniz Universität Hannover	📖 62
02 S 9286	Kontakterosives Abrichten mehrschichtiger Seilschleifwerkzeuge für die Stahlbeton- und Stahlbearbeitung (KESS)	Leibniz Universität Hannover	📖 64
02 S WM2013	Wissensmanagement von Altdokumenten aus Forschung, Verwaltung und Betrieb	Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Oberschleißheim	📖 66

1.2 Formalisierte Zwischenberichte

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: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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

AP5 Ingenieurwesen:

Mittels der im Projektverlauf durch Experteninterviews und Umfragebögen gewonnenen Erkenntnisse wurde eine Prognose hinsichtlich zukünftiger Rückbauprojekte in der Bundesrepublik Deutschland erstellt. In Zukunft für den Rückbau kerntechnischer Anlagen vorhandene Personalsätze sowie relevanten Qualifikationen und die unterschiedlichen Methoden des Personaleinsatzes wurden dabei als besonders relevant eingestuft. Des Weiteren wurde der Abschlussbericht in Zusammenarbeit mit der Humangeographie überarbeitet.

AP5 Humangeographie:

Der geplante Szenario-Workshop wurde in Form einer sogenannten Zukunftswerkstatt vorbereitet. Der Workshop wurde in Form einer Zukunftswerkstatt am 4.7.2016 mit insgesamt 18 Schlüsselpersonen aus Obrigheim, Philippsburg, Biblis und dem KIT unter Leitung von Dr. Robert Gassner durchgeführt. Frau Böhnke erstellte gemeinsam mit der Projektleitung und Herrn Gassner eine ausführliche Text- und Bilddokumentation, die an alle Teilnehmer verschickt wurde. Der Abschlussbericht wurde erneut mehrfach überarbeitet, die Ergebnisse der qualitativen Analyse und der Zukunftswerkstatt wurden eingearbeitet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Ingenieurwesen:

Keine.

Humangeographie:

Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

S. Kretz, C. Kramer, E.-F. Hedjeh, S. Gentes,(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.

Kretz, Simon; Kramer, Caroline (2014): Wie bewerten junge Menschen an Standorten von Kernkraftwerken die Kernenergie? Eine empirische Studie. In: atw, International Journal of Nuclear Power, Vol. 59 (2014) Issue 12, S. 697-700.

Kretz, Simon (2014): Standorte mit kerntechnischen Anlagen im Rückbau und die Zukunft aus der Perspektive der jüngeren Bevölkerung, Forschungsbericht, Karlsruhe: IfGG – Institut für Geographie und Geoökologie.

Kretz, Simon (2015): Standorte mit kerntechnischen Anlagen im Rückbau und deren Zukunft aus der Perspektive der Bevölkerung. Dissertation. Karlsruhe.

Kretz, Simon; Kramer, Caroline (2016): Die Kerntechnik-Frage. Ergebnisse und Interview (Text von Justus Hartlieb). In: KIT-Dialog 2/2016, S.22-23.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Clausthal, 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 (ENT-RIA)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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 AP's)

Transversalprojekt: Technikfolgenabschätzung und Governance (4 AP's)

Transversalprojekt: Ethisch-moralische Begründung, rechtliche Voraussetzungen und Implikationen (2 AP's)

Transversalprojekt: Interdisziplinäre Risikoforschung (6 AP's)

Vertikalprojekt: Endlagerung in tiefen geologischen Formationen ohne Vorkehrungen zur Rückholbarkeit (wartungsfreie Tiefenlagerung) (3 AP's)

Vertikalprojekt: Einlagerung in tiefen geologischen Formationen mit Vorkehrungen zur Überwachung und Rückholbarkeit (7 AP's)

Vertikalprojekt: Oberflächenlagerung (3 AP's)

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Transversalprojekte, u. a.:

- Fünftes Projekttreffen, AP-Leiter-Treffen, Sitzungen Programmkomitee für Abschlusskonferenz
- Erstellung von Webseite und Flyer zur Abschlusskonferenz
- Projektsynthese: Brainstorming und Materialsammlung, Konzept und Gliederung für Abschlussbericht
- Vergleich des Sorptionsverhaltens von Iod im Boden im Batch- und Säulenversuch
- Auswertung transkribierter Interviews, Eingruppierung in Cluster und Diskussion der Analyseergebnisse bzgl. Untersuchungen der Prozesse an der Schnittstelle Radioökologie/Regulierung
- Buchbeiträge zu Sammelbänden (s. Liste der Veröffentlichungen)
- Optimierung der generischen Konzepte für Endlagerbehälter für Ton/Tonstein und Kristallin
- Experimentelle Arbeiten zum Einfluss verschiedener Pu-Isotope auf Erbsen- und Kartoffelpflanzen

- Tagungsband „Grenzwertbildung im Strahlenschutz – Physik, Recht Toxikologie: Grundlagen, Kontraste, Perspektiven“
- Abstimmung zu Szenarien und Quelltermen (IFAD, IELF, INE), Einbindung in Transportmodellierung
- ReSUS-Software: Webbasierte Fehlerdatenbank, erhöhte Testabdeckung zur Qualitätssicherung

Vertikalprojekte, u. a.

- VP-Tagung „Technische Aspekte von Optionen zur Entsorgung hochradioaktiver Reststoffe“
- Systematische Auseinandersetzung mit den bei der Zwischenlagerauslegung zu berücksichtigenden extremen Belastungsszenarien und deren Relevanz für die Konstruktion von Stahlbetonbauwerken
- Erarbeitung von Konzepten der Behälterhandhabung und Gestaltung der langzeitstabilen Anschlagpunkte am Behälter
- Lösungsansätze zum Monitoring in Bezug auf Behälter in vollständig verschlossenen Einlagerungsstrecken
- Durchführung weiterer Kalibrierungsversuche für die Versuchsanlage zur Untersuchung von 2-Phasen-Fluss-Prozessen im Tonstein
- Ableitung eines Funktionalmodells zur Permeabilitätsentwicklung im Tonsteingebirge bei veränderlichem Quelldruck im Bentonit-Versatz auf Basis einer Lokalmodell-Variationsanalyse

4. Geplante Weiterarbeiten

Transversalprojekte, u. a.

- Kopplung von PHAST und ReSUS, geologische Szenarien zur Durchführung von Modellrechnungen
- Strahlungstransportrechnungen zur Optimierung generischer Behälterkonzepte (Schwerpunkt Steinsalz)
- Veröffentlichung eines Sammelbandes zur langfristigen Oberflächenlagerung
- Buchbeitrag Smeddinck/Semper, Long-term Governance aus rechtswissenschaftlicher Sicht
- Erarbeitung der Tagungsbände zu den Werkstattgesprächen 2016
- Neuauflage Gesetzessammlung und StandAG-Kommentar
- Umsetzung Projektsynthese, Abschlussbericht

Vertikalprojekte, u. a.

- Integration der Länder-FactSheets der FU Berlin in die interaktive Weltkarte des iBMB
- Generische Berechnungen zur Untersuchung der Auswirkungen von Alterungseffekten auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Impaktbelastungen
- Ausarbeitung und Dokumentation von potentiell geeigneten Konzepten für Behälterhandhabung sowie Vorschlägen für das Behälter-Monitoring
- Identifizierung von Randbedingungen für einen instrumentierten Lagerbehälter („SMART-ENCON“)
- TM-gekoppelte Berechnung und Analyse von Einlagerungsstrecken in der Betriebsphase eines Tiefenlagers mit Rückholbarkeit mittels des FEM-Programms GiD-CODE_BRIGHT
- Fortführung von laborativen Untersuchungen zur Porendruckentwicklung in kompaktierendem Salzgrusversatz und zur druckgetriebenen Infiltration von Gas in primär impermeables Steinsalz
- Benchmark-Simulationen mit LBNL und BRIUG zum TH2M-gekoppelten Verhalten von Bentonit
- Fortführung der Simulationen an 3D-Globalmodellen zu generischen Endlagern

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Bozau, E. (2016): Endlagerung radioaktiver Abfälle in Deutschland – Es geht uns alle an. Grundwasser 21
- Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016): Problemfälle Endlager. Gesellschaftliche Herausforderungen im Umgang mit Atommüll, Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden. Vier Beiträge von C. Drögemüller, M. Marti, K.-J. Röhlig, U. Smeddinck & F. Semper
- Kattau, A.: ENTRIA – Werkstattgespräch: Emotionen bei der Realisierung eines Endlagers für Atommüll, atw 2016, Heft 8/9
- Semper, F.: ENTRIA – Werkstattgespräch „Umwelt, Gerechtigkeit, Freiwilligkeit – insbesondere bei der Realisierung eines Endlagers für Atommüll“ an der Technischen Universität Braunschweig am 28.1.2016, Zeitschrift für Europäisches Umwelt- und Planungsrecht (EurUP) 2016, Heft 2
- Smeddinck, U.; König, C. (Hrsg.) (2016): Grenzwertbildung im Strahlenschutz – Physik, Recht, Toxikologie. Berliner Wissenschafts-Verlag, Berlin
- Smeddinck, U.: Zwischen „weißer Landkarte“ und „schwarzem Loch“ – Endlagerkommission am Ende Ihrer Laufzeit, Zeitschrift für Rechtspolitik (ZRP) 2016, Heft 6
- Smeddinck, U.; Kuppler, S.; Chaudry, S. (Hrsg.): Inter- und Transdisziplinarität bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe, Wiesbaden: Springer Vieweg 2016: Redaktion, Herausgabe und acht Einzelbeiträge von S. Chaudry & E. Plischke, S. Chaudry & V. Mintzlauff & J. Stahlmann, A. Eckhardt et al., D. Köhnke & M. Riemann, K.-J. Röhlig & P. Hocke, U. Smeddinck, U. Smeddinck & A. Brunnengräber, F. Tawussi & E. Pönitz
- Smeddinck, U.: Umgang mit Ungewissheit bei der Realisierung eines Endlagers für Atommüll – resilient reguliert? in: Hill, H./Schliesky, U. (Hrsg.), Management von Unsicherheit und Nichtwissen, Baden-Baden 2016

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 (ENT-RIA)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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

- Modul 1: Akteurs-Analysen (gemeinsam mit ITAS)
- Modul 2: Akzeptanz und Konflikte
- Modul 3: Governance im Mehr-Ebenen-System
- Modul 4: Endlagerungskonzepte und Optionen im internationalen Vergleich
- Modul 5: 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 Problemlösungen gibt. Dazu wurden die relevanten Hauptakteure identifiziert, ein Kriterienraster für die Analyse entwickelt und die Charakteristika der Akteursgruppen synoptisch dargelegt. Auf 226 Seiten wurden rund 300 Akteure beschrieben. Die Veröffentlichung als ENTRIA-Arbeitsbericht-04 erfolgte im Juni 2016. Ein darauf aufbauender Artikel [10] ist im [1] erschienen. Dieses Modul wurde weitgehend abgeschlossen.

Im M 2 wurde die Vorbereitung der internationalen Konferenz über Konflikt- und Akzeptabilitätsfragen fortgesetzt, mit der 2015 begonnen wurde. Die Konferenz fand schließlich am 19. und 20. September 2016 im Harnack-Haus in Berlin/Dahlem statt. International anerkannte FachexpertInnen hielten Vorträge. Insgesamt zählte die Konferenz 80 TeilnehmerInnen. Für die Paneldiskussion am letzten Tag über die Rolle von Kommissionen konnten Prof. G. MacKerron, ehemaliger Vorsitzender der Britischen CoRWM sowie A. Macfarlane, Mitglied der Blue Ribbon Commission, gewonnen werden. Die (aufbereiteten) Konferenzbeiträge werden in einen Sammelband einfließen, der 2017 erscheinen soll. Zur Akzeptanzfrage sind Artikel über Konfrontation, Kooperation oder Kooptation sowie über das NIMBY-Phänomen erschienen [4, 5].

Im M 3 wurde die Arbeit am Sammelband „Problemfälle Endlager“ abgeschlossen, an dem verschiedene ENT-RIA-MitarbeiterInnen mitgewirkt haben. Das Buch [1] mit insgesamt 18 Beiträgen von 21 AutorInnen ist im September 2016 erschienen. Multilevel Governance Aspekte wurden in [2, 3 und 9] behandelt. Das FFU bereitet federführend ein Schwerpunktheft „Endlager-Governance“ in GAIA vor.

Im M 4 wurden Governance-Konzepte und Formen von Öffentlichkeitsbeteiligung in verschiedenen Ländern gesichtet, ausgewertet und analysiert. Die Arbeit am Sammelband „Nuclear Waste Governance. An International

Comparison. Vol II“ ist in einer fortgeschrittenen Phase. Das Buch analysiert die Endlager-Governance in verschiedenen Ländern, die nicht im ersten Band erfasst wurden (weitere 11 Fallstudien von verschiedenen AutorInnen sind in Vorbereitung). Der Band soll Mitte 2017 bei Springer VS erscheinen. Ein komparativer Vergleich der Partizipationsprozesse beim Standortauswahlverfahren ist in [8] zu finden. Darüber hinaus analysiert ein Artikel [12] die Machtungleichgewichte in der Endlagerungsfrage zwischen dem globalen Süden und dem globalen Norden am Beispiel von Kasachstan, Australien, USA, Niger, Mongolei etc.

Im M5 werden Policy-Instrumente, Sicherheitskriterien, Monitoring-Systeme, Regulierung von Rückholbarkeit, Kompensationslösungen etc. sowie wissenschaftliche und politische Institutionen und Prozesse, die mit der nuklearen Entsorgung verbunden sind, analysiert und bewertet. Ein Schwerpunkt der Arbeit lag auf der teilnehmenden Beobachtung der Aktivitäten der Endlager-Kommission, an deren Kommissionssitzungen das FFU teilgenommen hat. Ein Artikel dazu wurde erstellt [13]. Zur vertiefenden Reflexion wird ein Artikel konzipiert mit einem Fokus auf die Öffentlichkeitsbeteiligung der Kommissionsarbeit und auf die Konfliktlinien innerhalb der Kommission. Außerdem wurde ein Artikel über Kompensationen und Freiwilligkeit im Standortsuchverfahren verfasst [6]. Zwei Konferenzbeiträge [7, 11] wurden bei der „3-Länder Tagung“ der deutschen, österreichischen und schweizerischen Gesellschaften für Politikwissenschaften zum Thema „Regionalismus in einer entgrenzten Welt“ in Heidelberg (29.9-1.10.2016) eingereicht und präsentiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

In den nächsten sechs Monaten sind folgende Aktivitäten geplant:

- M2: Aufbereitung der Ergebnisse der Konferenz „Governing Nuclear Waste“ über Konflikte und Akzeptanz für einen Sammelband, der Ende 2017 (Vol III, Springer VS) erscheinen soll.
- M3: Das in 2016 entwickelte Konzept zu einem Schwerpunktheft „Endlager-Governance“ in GAIA (8-10 Beiträge aus interdisziplinären Teams aus ENTRIA) wird realisiert (Drucklegung im Juli).
- M4: Veröffentlichung des Buches „Nuclear Waste Governance. An International Comparison. Vol. II“ (Springer VS). Aktualisierung, Fertigstellung und Einbettung von 12 Fact-Sheets in den Endlager-Atlas, der vom Projektpartner an der TU Braunschweig vorbereitet wird.
- M5: Artikel über die Arbeitsweise der Endlager-Kommission und Artikel zum Verhältnis Regulator/Operator.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- [1] Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016): Problemfälle Endlager. Gesellschaftliche Herausforderungen im Umgang mit Atommüll. edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft.
- [2] Brunnengräber, A. (2016): Das wicked Problem der Endlagerung. Zehn Charakteristika des komplexen Umgangs mit hochradioaktiven Reststoffen. In: Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016) 145-166.
- [3] Brunnengräber, A., Mez, L. (2016): Der staatlich-industrielle Atomkomplex im Zerfall. Zur politischen Ökonomie der Endlagerung in der Bundesrepublik Deutschland. In: Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016) 289-311.
- [4] Brunnengräber, A.; Syrovatka, F. (2016): Konfrontation, Kooperation oder Kooptation? Staat und Anti-Atom-Bewegung im Endlagersuchprozess. In: Prokla, Zeitschrift für kritische Sozialwissenschaft, S. 384-402.
- [5] Di Nucci, M. R. (2016): NIMBY oder IMBY: Akzeptanz, Freiwilligkeit und Kompensationen in der Standortsuche für die Endlagerung radioaktiver Abfälle. In: Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016) 119-143.
- [6] Di Nucci, M. R.; Brunnengräber, A. (2016): Freiwilligkeit als Königsweg? Über die Suche nach einem Standort für radioaktive Reststoffe. In: Sommer, Jörg (Hrsg): Kursbuch Bürgerbeteiligung (i. E).
- [7] Di Nucci, M. R.; Brunnengräber, A. (2016): In wessen Backyard? Das verzwickte Problem der Entsorgung nuklearer Reststoffe. Manuskript für die 3-Länder Tagung der DVPW, ÖGPW und SVPV „Regionalismus in einer entgrenzten Welt“, Heidelberg, 29.9.2016-1.10.2016.
- [8] Di Nucci, M. R.; Isidoro Losada, A. M.; Brunnengräber, A.: From the "right to know" to the "right to object". A comparative Perspective on Participation and Acceptance in Siting Procedures for HLW Repositories. Manuskript (im Peer Review Verfahren).
- [9] Häfner, D. (2016): Die Politikwissenschaft und Nuclear Waste Governance, in: Chaudry, S.; Kuppler, S.; Smeddink, U. (2016): Interdisziplinarität bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe.
- [10] Häfner, D. (2016): Kontinuitäten?! Die Entwicklung der Akteurslandschaft in Bezug auf die Endlager-Governance. In: Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016) 313-336.
- [11] Hocke, P.; Brunnengräber, A. (2016): Nukleare Entsorgung als Technikkonflikt regionaler Infrastruktur-Politik. Manuskript für die 3-Länder Tagung der DVPW, ÖGPW und SVPV „Regionalismus in einer entgrenzten Welt“, Heidelberg, 29.9.2016-1.10.2016
- [12] Isidoro Losada, A. M. (2016): Nuklearer Kolonialismus. Atommüll und die Persistenz quasi-kolonialer Logiken. In: Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016) 169-186.
- [13] Kalmbach, K. (2016): Ein Forum zur Entwicklung neuer Lösungsansätze oder zur Austragung alter Konflikte? Die Kommission „Lagerung hoch radioaktiver Abfallstoffe“. In: Brunnengräber, A. (Hrsg.) (2016) 389-407.

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 (ENT-RIA)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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.
- Einstellung von Claas Voges als wissenschaftliche Hilfskraft zum 01.01.2017.
- Weiterarbeit an Bewertungsgrundlagen, Synthese und Projektabschluss.

- Mitarbeit im Programmkomitee der Abschlusskonferenz; Konzeption zweier Sessions; Einwerbung einer Keynote.
- Mitgestaltung des 6. ENTRIA-Bearbeitertreffens in Hannover.
- Bestätigung M. Riemann zum Sprecher der AP-BearbeiterInnen.
- Mitarbeit an der Interdisziplinaritätsbroschüre der AP-BearbeiterInnen.
- DELPHI-Studie: Konzeption des Online-Fragebogens und Pretest auf Ebene der AP-BearbeiterInnen; Vorauswahl der StudienteilnehmerInnen.
- August-September: Befragungszeitraum der Delphi-Studie.
- Oktober-Dezember: Auswertung der ersten Befragungsrunde der Delphi-Studie; Konzeption der zweiten Befragungsrunde.
- Januar: Erstellung des zweiten Umfragebogens der Delphi-Studie.
- Teilnahme am Workshop „Transdisziplinarität“ an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.
- Konzeption der Interdisziplinaritäts-Broschüre zusammen mit Sophie Kuppler, Erik Pönitz, Elmar Plischke und Christian Tzschentke.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Durchführung und Auswertung der DELPHI-Studie.
- Arbeit am Syntheseprojekt.
- Auswertung des Kommissionsberichtes auf Aspekte der Verfahrensgerechtigkeit.
- Vergleichende Analyse der Ergebnisse von Bürgerforum und DELPHI-Studie.

5. Berichte, Veröffentlichungen

- Bimesdörfer, K., Oerding, S., Riemann, M. (2016): Endlager benötigen eine gesellschaftliche Betriebserlaubnis. In: Brunnengräber et al.: Problemfälle Endlager. Baden-Baden: Nomos.
- Köhnke, D., Riemann, M. (2016): Interdisziplinarität als Induktion – Von Ingenieuren und Philosophen. In: Chaudry et al.: Inter- und Transdisziplinarität bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe. Wiesbaden: Springer
- Pohlens, J. (In Begutachtung): Laien-Partizipation muss wissenschaftlich gewollt sein: Wissenschaftstheoretische Überlegungen basierend auf den Erfahrungen des Bürgerforums „Wohin mit unserem Atommüll?“. Zeitschrift für Umweltpsychologie.
- Ott, K., Semper, F. (In Begutachtung): Zukunftsverantwortung bei der Endlagerung von radioaktiven Reststoffen. GAIA-Schwerpunkt.
- Riemann, M., Walther, C. (In Begutachtung): Wie viel Strahlendosis für wen? Lange Lagerung, Offenhaltung und ein langer Entsorgungsprozess bedeutet zusätzliche Dosis für Beschäftigte. GAIA-Schwerpunkt.
- Budermann, H., Ott, K. (In Begutachtung): Vielleicht doch nicht unter die Erde. Köhnke et al.: Sammelband Oberflächenlagerung.
- Riemann, M. (In Begutachtung): Gerechtigkeit an der Oberfläche. Köhnke et al.: Sammelband Oberflächenlagerung
- Heidbrink, L., Ott, K., Riemann, M. (In Vorbereitung): Freiwilligkeit, Bereitschaft und Verantwortung für Umweltlasten. (Werkstattgespräch Freiwilligkeit).
- Köhnke, D., Riemann, M. (In Vorbereitung): Wait and Act! A Normative and Engineering Approach to Surface Storage of HLW.

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 (ENTRIA)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2013 bis 31.12.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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-übergreifende Kooperation
ITAS-F:	Explorative TA-Mikrostudien
ITAS-G:	Ausbildung

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- ITAS-A/Governance 1: Fortschreibung der Grundkonzeption und Vertiefung der Fragen zum aktuellen Stand der sozialwissenschaftlichen Partizipationsforschung: Vorbereitung eines ENTRIA-Arbeitsberichts zum Stand der Forschung; eine Veröffentlichung zur soziotechnischen Perspektive auf den Forschungsgegenstand ‚Nukleare Entsorgung‘ und ein darauf angepasstes „soziotechnisches Analysekonzept“ ist als Buchbeitrag erschienen (Hocke 2016). Ebenso ein AP-übergreifender Vortrag "Nukleare Entsorgung als Mehrebenenproblem. Zur Untersuchung der Wirkung von Technik- und Infrastrukturkonflikten im deutschen Entscheidungssystem", 3-Länder-Tagung der DVPW in Heidelberg (Hocke/Brunnengräber).
- ITAS-B/Governance 2: Konzeptidee von Langzeitinstitutionen, technischem Monitoring und Long-term-Stewardship (in Zusammenarbeit mit einem interdisziplinären Team aus ENTRIA-Partnern): Erfolgreiche Durchführung des Internationalen ENTRIA-Workshops zum Thema „Technisches Monitoring und Long-term-Governance“ am 18./19.10.16 am ITAS mit anschließender Verabredung einer gemeinsamen Publikation (Sammelband) mit Beiträgen der Teilnehmer (Hrsg.: Hocke, Kuppler, Smeddinck, N.N.). Einreichen eines Fachartikels zu „Long-term Governance“ aus TA-Perspektive beim Journal of Risk Research und verschiedene Vorträge (u. a. Hocke zu „Technikfolgenabschätzung und Monitoring“ bei der Tagung der ENTRIA-Techniker am 1. + 2.11.16 und Grunwald zur Endlager-Kommission auf der 2. Wissenschaftlichen Tagung der DAEF in Köln).

- ITAS-C/Auswege aus klassischen Dilemmata der Entscheidungsfindung: Durchführung der ITAS-Fokusgruppe zu „Modernes Regieren bei der nuklearen Entsorgung“ (22.9.2016 und 24.10.2016) in Kooperation mit ITAS-Kollegen (P. Hocke, E. Bechthold, N. Wulf, T. Fleischer, J. Jahnel). Transkription und Beginn der Auswertung der empirischen Daten.
- ITAS-D/Kooperation ITAS und FU Berlin: Interviews, Dokumentanalyse und Codierung der empirischen Daten für die empirische Fallstudie zu Schweden im Rahmen einer ENTRIA-Promotion im ITAS-Team (N. Wulf) sowie ein Vortrag auf der INSIST-Tagung an der Universität München und eine Posterpräsentation auf der internationalen Tagung „Foreknowledge Assessment“ in Paris. Weiterhin ist der Beitrag „Modellfall(e) Schweiz“ von S. Kuppler 2016 erschienen, der im vorausgehenden Zwischenbericht angeführt wurde. Überarbeiten der Dissertation „Effekte mikro-deliberativer Ereignisse in der Endlagerpolitik“ für die Veröffentlichung bei Springer VS (Kuppler 2017/i. E.).
- ITAS-E/Gemeinschaftsaufgaben und akademische Selbstorganisation: Sprechertätigkeit P. Hocke (Vertreter der NTH-externen Projektpartner). Vorbereitung einer Broschüre zu Erfahrungen in der interdisziplinären Zusammenarbeit aus Sicht der ENTRIA-Bearbeiter (Hrsg.: Kuppler, Plischke, Pohlers, Pönitz, Tzschentke).
- Modul ITAS-F/Explorative TA-Mikrostudie: Erscheinen des ENTRIA-Arbeitsberichtes 06: „Bergwerk als technologisches Artefakt“ (M. Mbah 2016).
- Modul ITAS-G/Ausbildung: keine Aktivitäten im 2. Halbjahr 2016.

4. Geplante Weiterarbeiten

Ein Postdoc des ENTRIA-Teams befindet sich bis April 2017 in Elternzeit. Folgende Weiterarbeiten sind wichtig für die einzelnen Module anzumerken:

- ITAS-A: Veröffentlichung der Studie zum Stand der aktuellen Partizipationsforschung als ENTRIA-Arbeitspapier sowie weitere Veröffentlichungen zu Zwischenergebnissen aus ITAS-Analysen.
- ITAS-B: Fortsetzung der Analysen zu Long-term Stewardship, Langzeitinstitutionen und Expertendissens; in diesem Kontext Erstellen eigener Analysen sowie Auswertung des Internationalen Workshops mit seinen Fachbeiträgen, Überarbeitung in Autorenworkshops und Vorbereitung Publikation.
- ITAS-C: Auswertung der Fokusgruppen und Erstellen einer Veröffentlichung.
- ITAS-D: Fortsetzung der Schweiz-Analyse sowie Fortsetzung der Schweden-Studie.
- ITAS-E: Mitarbeit am Konzept ENTRIA-Bewertungsgrundlagen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Grunwald, A. (2016): Wissensintegration auf dem Weg zur Entsorgung hoch radioaktiver Abfälle. In: Smeddinck/Kuppler et al. 2016, S. 111-119.

Grunwald, A. (2016a) Der lange Weg zum Konsens. Zum Abschlussbericht der Endlagerkommission In: Politische Ökologie Heft 146, S. 124-127.

Hocke, P. (2016): Technik oder Gesellschaft? Atommüll als sozio-technische Herausforderung begreifen. In: Problemfälle Endlager. Gesellschaftliche Herausforderungen im Umgang mit Atommüll, Brunnengräber, A. (Hrsg.), Baden-Baden: edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft, S. 77-96.

Kühl, Y.; Wittstock, F.; Wulf, N (2016): Beteiligung lernen – Diskussionsbeitrag anlässlich des "Bürgerdialogs Standortsuche" der Endlager-Kommission. In: Technikfolgenabschätzung - Theorie und Praxis 25/ 1 (2016), S. 83-89.

Kuppler, S. (2016): Modellfall(e) Schweiz. Was aus der Standortsuche gelernt und generalisiert werden kann. In: Problemfälle Endlager. Gesellschaftliche Herausforderungen im Umgang mit Atommüll, Brunnengräber, A. (Hrsg.), Baden-Baden: edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft, S. 339-358.

Kuppler, S.; Chaudry, S.; Smeddinck, U. (2016): Die Entsorgung radioaktiver Reststoffe als inter- und transdisziplinäre Herausforderung – eine Einführung. In: Smeddinck/Kuppler et al. 2016, S. 1-8.

Mbah, M. (2016): Bergwerk als technologisches Artefakt. Ein Beitrag zur untertägigen Entsorgung radioaktiver Abfälle aus Perspektive der Technikfolgenabschätzung. Hannover: Entria-Arbeitsbericht Nr. 6.

Röhlig, K.-J.; Hocke, P. (2016): Safety Case, Interdisziplinarität und Transdisziplinarität. In: Smeddinck/Kuppler et al. 2016, S. 77-87.

Smeddinck, U.; Kuppler, S.; Chaudry, S. (Hrsg.) (2016): Inter- und Transdisziplinarität bei der Entsorgung radioaktiver Reststoffe. Grundlagen – Beispiele – Wissenssynthese. Wiesbaden: Springer Vieweg.

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 (ENT-RIA)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2013 bis 31.12.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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

Der Status der Arbeitspakete 4.4 und 4.5 wurde auf dem fünften Jahrestreffen in Berlin (November 2016, INE-Beteiligte: D. Fellhauer, H. Geckeis, V. Metz, B. Pang) durch Vortragsbeiträge vorgestellt. Ein Treffen am KIT-INE mit ENTRIA-Projektpartnern der TU Clausthal zur Abstimmung von Szenarien und Randbedingungen für die Tiefenlagerung erfolgte im Dezember 2016 (INE-Beteiligte: D. Fellhauer, V. Montoya).

AP4.4: *Status:*

Die vergleichenden Simulationen zur Radionuklidausbreitung von Actiniden in Tiefenlager Tonstein und Steinsalz (zunächst Simulationen zum Tiefenlager ohne Rückholbarkeitsoption) wurden fortgesetzt. Weitere Abstimmungen zur Erzielung eines einheitlichen Konzeptes zu Randbedingungen sind erfolgt. J. Schepperle hat die im Rahmen seiner ENTRIA-Doktorarbeit durchgeführten experimentellen Arbeiten (zuletzt zur Pu-Löslichkeit unter oxidierenden Bedingungen) sowie thermodynamischen Modellrechnungen erfolgreich abgeschlossen und beginnt mit dem Verfassen seiner Dissertation.

AP4.5: *Status:*

Die Messergebnisse von Experimenten am Neutronengenerator der TU Dresden in Rossendorf zur Validierung der Simulationen von Neutronen- und Photonenstrahlenfelder, die in der ersten Jahreshälfte 2016 durchgeführt wurden, wurden analysiert und ausgewertet sowie Kalibrierungen und Simulationen durchgeführt. Unsicherheitsfaktoren der Simulationen mit MCNP, die durch Ungewissheiten in den „ENDF Cross-Section Libraries“ oder Abweichungen vom verwendeten mittleren Abfallinventar entstehen können, wurden durch erweiterte Modellrechnungen untersucht. Relative Simulationsfehler des Strahlenfeldes wurden abgeschätzt. Ein Vergleich von Strahlenfeldern und Personendosen in einem Referenziefenlager mit Steinsalz bzw. Tonstein als Wirtsgestein wurde umgesetzt. Bei einem Fachbesuch im Zwischenlager Philippsburg wurde die Strahlenbelastung bei der CASTOR®-Zwischenlagerung untersucht. Mit der Leitung des Zwischenlagers wurden verschiedene Aspekte einer potentiellen Langzeit-Zwischenlagerung diskutiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP4.4:

Die Transportrechnungen für ein Endlagersystem in Tonstein und Steinsalz für Actinide (mit und ohne Rückholbarkeitsoption) sollen abgeschlossen werden. Die bisher abgestimmten Konzepte (Szenarien und Randbedingungen) für die verschiedenen ENTRIA Optionen werden in einem Konzeptpapier zusammengefasst. Der Beginn der Abstimmungen zur Anfertigung des Abschlussberichtes ist vorgesehen. Geplant ist schließlich das erfolgreiche Abschließen der Doktorarbeit von J. Schepperle (Verfassen der Dissertation und Verteidigung) und einer bereits begonnen Publikation zur Hydroxokarbonat-Komplexierung vierwertiger Aktinide.

AP4.5:

Die Auswertung der o.g. Messungen und die zugehörigen Simulationen werden überprüft bzw. abgeschlossen und diesbezügliche Publikationen erstellt. Die entwickelte Methodologie soll auf die drei untersuchten Optionen (Tiefenlagerung mit/ohne Rückholbarkeit und Langzeit-Zwischenlagerung) angewandt werden, um Daten für einen Optionenvergleich bereitzustellen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Beiträge aus ENTRIA wurden auf internationalen Konferenzen und Workshops 2016 vorgestellt: ISSP (Genf, Juli, D. Fellhauer), Pu-Futures (Baden-Baden, September, J. Schepperle) und DAEF (Köln, September, V. Montoya, D. Fellhauer).

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 30.09.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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

Im 2. Halbjahr 2016 wurde am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb (TMB) der Versuchsstand durch die Firma Herrenknecht AG angeliefert. Neben der Positionierung, der Anschlüsse und Komplettierung der Einhausung war die Implementierung und letzte Anpassungen der Steuerung für die Inbetriebnahme eine große Herausforderung.

Unterstützt wurde die Inbetriebnahme durch das Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen (Mobima) zur Schaffung des geeigneten Datenaustauschs zwischen Detektionssystem und der Maschinensteuerung, um die notwendigen Parameter aus der Prozessführung der Detektion zur Verfügung zu stellen. Messtechnik zur Erfassung von nicht in der Steuerung vorhandenen Größen wurde ebenfalls appliziert sowie die Möglichkeit vorgesehen die entsprechenden Prozesskräfte zu messen.

Die ersten Versuche zum Abtrag von Beton wurden gestartet. Es zeigte sich jedoch bald, dass die Trommelschnittbreite zu schmal ist, und somit eine Beschädigung der äußeren Wendschneidplatten bei einer tieferen Bearbeitung zu erwarten ist. Daraufhin wurde die äußere Lamelle mit Hilfe einer Senke weiter nach außen positioniert. Die Verifizierung zeigte jedoch keine ausreichende Verbesserung. Eine Aufnahme mit der Hochgeschwindigkeitskamera zeigte, dass ein Kippen der äußeren Lamelle aufgrund von Kontakt mit der Nutwand das Problem ist. In einem weiteren Versuch wurde das Kippen mithilfe eines Sicherungsringes unterbunden. Dies führte allerdings zu einem hohen Verschleiß der äußeren Lamelle.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im 1. Halbjahr 2017 ist die weitere Durchführung von Versuchen am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb geplant. Die Geometrie der Lamellen zum Betonabtrag soll dahingehend verändert werden, dass ein Kippen nicht mehr möglich ist und ein Tiefenabtrag bis zur Bewehrung getestet werden kann. Im Anschluss werden die geplanten Versuche nach dem Versuchsplan durchgeführt, um das Werkzeugverhalten sowie die geeigneten Schnittparameter zu ermitteln und den Schneidprozess zu beschreiben.

Für die In-situ-Testreihe (AP8) auf dem Freigelände des TMB ist der Aufbau einer realitätsnahen Betonwand mit metallischen Einbauten (z. B. Dübel, Ankerplatten, Rohrdurchführungen, Stahlträger) geplant sowie die anschließende Erprobung des Demonstrators auf dem Freigelände.

Im AP2 wird nach der Fertigstellung der Absaugung das Detektionssystem in Betrieb genommen. Außerdem wird die Möglichkeit geprüft, alternative Sensorik zu verwenden. Ist der Bezug möglich, werden mit diesen Versuchsreihen durchgeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag auf der ICOND im November 2016

Einreichung Compact für AMNT im Mai 2017

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 30.09.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 796.232,00 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 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 zweite Halbjahr 2016 war inhaltlich geprägt durch die Bearbeitung der Arbeitspakete AP3, AP4, AP5 und AP6 sowie den damit verbundenen Zuarbeiten der Projektpartner.

Der Hauptfokus der Herrenknecht AG lag im Berichtszeitraum auf der weiteren Bearbeitung von AP4 (Schneidtechnologie Betonabtrag), welcher sich alleinig auf der Entwicklung einer Schneidtechnologie zum Stahlbetonabtrag beschränkt.

Nach Inbetriebnahme im Werk Herrenknecht wurde der Versuchsstand nach Karlsruhe transportiert und installiert. Das Steuerungsprogramm wurde installiert und der Versuchsstand in Betrieb genommen, um einen sicheren Versuchsablauf zu gewährleisten.

Die ersten Versuche wurden im reinen Beton durchgeführt. Diese zeigten eine zu schmale Abtragbreite, sodass die Randwendeschnidplatten bei größerer Abtragtiefe im Beton greifen und dadurch deutlich schneller verschleifen werden. Die Ursache wurde durch Hochgeschwindigkeitsaufnahmen bestätigt. Die ersten Maßnahmen zur Vergrößerung der Abtragbreite wurden durchgeführt und müssen noch bestätigt werden.

Parallel wurden die ersten Untersuchungen und Konzepte zum Endgerät erstellt. Diese gaben die Grundlage zum Entwurf eines Demonstrators, in welchem die Hauptkomponenten des Versuchstandes wieder verwendet werden sollen.

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

4. Geplante Weiterarbeiten

Im ersten Halbjahr 2017 werden weiteren Maßnahmen zur Vergrößerung der Abtragbreite getestet. Danach werden die geplanten Versuche nach dem Versuchsplan durchgeführt, um das Werkzeugverhalten sowie die geeigneten Schnittparameter zu ermitteln und den Schneidprozess zu beschreiben. Die daraus gesammelten Werte bilden die Grundlage für den Demonstrator.

Parallel dazu werden die Konzepte zum Endgerät weiterhin ausgearbeitet und die aus heutiger Sicht kritischsten Punkte wie Kraftübertragung auf die Bauwerksstruktur und Materialförderung detailliert betrachtet. Der Demonstrator wird auf Basis dieser Erkenntnisse gefertigt und aufgebaut.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Das Projekt und aktuelle Ergebnisse wurden auf der ICOND 2016 „International Conference on Nuclear Decommissioning“ (22.-24.11.2016, Aachen) vorgestellt.

Einreichung eines Papers (Compact) zur AMNT 2017.

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 30.09.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 602.460,00 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

PKD-Schneidstoffe wiesen in den bisherigen Grundlagenuntersuchungen die besten Verschleißigenschaften auf. Die Anschaffungskosten für PKD übersteigen die von Hartmetall jedoch um den Faktor 10. Aufgrund der hohen Schneidenanzahl der entwickelten Frästrom-

mel ist die Anwendung von PKD daher unwirtschaftlich. CVD-Diamant Beschichtungen bieten die Möglichkeit, die Eigenschaften von Diamant-Schneidstoffen auf Hartmetalle zu übertragen, ohne die Kostennachteile von Diamantvollwerkzeugen. Daher werden CVD-Diamantbeschichtete Hartmetallwerkzeuge in das Untersuchungsprogramm mit einbezogen. Neben der Schneidstoffentwicklung wurde die Prozessumgebung weiter untersucht. Der Fokus lag auf dem Einfluss der betonhaltigen Umgebung auf die kombinierte Bearbeitung von Stahlarmierung. Es konnte nachgewiesen werden, dass Betonpartikel den Werkzeugverschleiß bei der nachfolgenden Stahlbearbeitung negativ beeinflussen. Daher wurde ein Druckluftkühlssystem an der Versuchsmaschine installiert. Mit diesem soll die Werkzeugschneide von abrasiven Partikeln gereinigt werden und die Kontaktreibung bei der Stahlbearbeitung gesenkt werden. Unter Verwendung dieses Systems wurde das Verschleißverhalten von PKD-Schneidstoffen sowie Hartmetallen mit einer Al_2O_3 -Schicht und der oben bereits erwähnten CVD-Diamant Schicht untersucht. Mit diesem Aufbau soll der Einfluss von Materialübergängen zwischen Beton und Stahl auf den Werkzeugverschleiß untersucht werden.

Die Einsatzversuche zeigen, dass das Verschleißverhalten der Schneidstoffe durch eine CVD-Diamantschicht nicht verbessert werden kann. Aufgrund der hohen Sprödhheit der Beschichtung kommt es bei der Betonzerspannung sehr schnell zu Abplatzungen der Schicht. Die Verschleißigenschaften werden danach nur noch durch das Hartmetallsubstrat bestimmt.

Das aufgebaute Druckluftkühlssystem hat keine Verbesserung der Werkzeugstandzeit erbracht. Thermographiemessungen haben gezeigt, dass die resultierende Temperatur des Schneideneinsatzes zum Zeitpunkt des Schneidenaustritts gleich bleibt. Daher ist davon auszugehen, dass die thermische Last der Werkzeuge unverändert bleibt. Zum anderen konnte die Schnittfuge durch die Druckluftzufuhr nicht von abrasiven Partikeln aus der Betonzerspannung gereinigt werden. Für den Nachweis wurde Stahl als zweiter Werkstoff neben Beton durch Obomodulan, ein Polyurethan, ersetzt. Auf dessen relativ weicher Oberfläche konnten die Spuren der Partikel aus dem Beton mit und ohne Druckluftkühlung nachgewiesen werden. Ein System zur Druckluftherzeugung kann für ein zu entwickelndes Baugerät aus diesen Gesichtspunkten eingespart werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Eine Anforderung an das zu entwickelnde Abtragssystem ist die Möglichkeit neben der Stahlarmierung auch andere Einbauten aus Stahl abtragen zu können. Eine Recherche hat ergeben, dass diese neben Baustählen auch aus hochlegierten austenitischen Stählen bestehen. Die entwickelten Schneidstoffe werden daher auch in Laborversuchen bei der Bearbeitung von 1.4301 untersucht. Das Vorgehen wird entsprechend der bisherigen Untersuchungen gewählt, um die Vergleichbarkeit mit den bisherigen Verschleißuntersuchungen zu gewährleisten.

Die Prozessstellgrößen und Schneidstoffe, die sich in den Laborversuchen am geeignetsten zeigten, werden abschließend in Einsatzversuchen auf den am KIT-aufgebauten Versuchstand übertragen. Dazu wurden jeweils ein Satz der Werkzeuge, die das beste Einsatzverhalten bei der Verbundbearbeitung aufwiesen und ein Satz für die reine Stahlbearbeitung beschafft. Diese Werkzeuge werden auf der von Herrenknecht gefertigten Frästrommel eingesetzt, um die Ergebnisse der Laborversuche zu validieren und auf den kombinierten Einsatz mit den Schlaglamellen zu übertragen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Das Projekt und aktuelle Ergebnisse wurden auf der ICOND 2016 „International Conference on Nuclear Decommissioning“ (22.-24.11.2016, Aachen) vorgestellt.

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 30.09.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 398.046,00 EUR	Projektleiter: Braun	

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

Bei Wiederaufnahme der Arbeiten im Arbeitspaket 5 wurden die bereits getätigten Rechercheergebnisse aus 2015 überprüft und mit den neuen Randbedingungen, die sich mittlerweile aus den Arbeitspaketen 2 bis 4 sowie Arbeitspaket 7 ergeben haben, abgeglichen. Kraftanlagen Heidelberg hat sich als Ziel definiert, für das Positionier- und Transportgerät des zu entwickelnden Werkzeugsystems, ein möglichst standardmäßiges Gerät zu spezifizieren. Dies soll eine erhöhte Akzeptanz bei potentiellen Anwendern des, in der Entwicklung befindlichen, Systems schaffen, da die Anwender es somit mit bekannter Technik zu tun haben werden. Darüber hinaus wäre eine höhere Wirtschaftlichkeit zu prognostizieren. Es entstehen lediglich geringe bzw. keine Entwicklungskosten und auch auf teure Spezialanfertigungen soll weitestgehend verzichtet werden. Zur Erreichung der gesteckten Ziele wurden diverse Hersteller angefragt, die mit Ihrer Produktpalette für die geforderten Aufgaben in Frage kommen. Daraus resultierend wird derzeit für die Positionieraufgaben des Werkzeugsystems eine Gabelstaplerlösung mit Anbaugerät verfolgt. Dadurch kann das Werkzeugsystem in vertikaler und horizontaler Richtung sowie in einem beliebigen Winkel an der Wand positioniert werden, um bspw. einem Rissverlauf folgen zu können.

Darüber hinaus stand man in enger Abstimmung mit der Herrenknecht AG bezüglich der Schnittstelle zwischen dem Werkzeugsystem und dem Positioniergerät. Durch Erkenntnisse aus den Versuchen sowie Berechnungen der Konstruktion kam es immer wieder zu Anpassungen im Design, was eine Änderung der Schnittstelle und somit eine Anpassung des Positioniervorgangs zur Folge hatte.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im ersten Halbjahr 2017 sollen die aus den Vorversuchen, unter Laborbedingungen zum reinen Beton- und Stahlabtrag basierenden Annahmen durch praktische Versuchsreihen bestätigt werden. Dazu werden nach der Steuerungsprogrammierung und Inbetriebnahme des Versuchsstandes 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 Bauwerksstruktur und Materialförderung detailliert betrachtet. Aufbauend auf den Ergebnissen der Versuche wird ein Demonstrator entwickelt.

Kraftanlagen Heidelberg wird die Versuchsergebnisse der Arbeitspakete 2 bis 4, die Störgrößen, die Prozesssteuerung sowie das Positionier- und Transportgerät in jeweilige Dokumente zusammenfassen bzw. spezifizieren.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Das Projekt und aktuelle Ergebnisse wurden auf der ICOND 2016 „International Conference on Nuclear Decommissioning“ (22.-24.11.2016, Aachen) vorgestellt.

Einreichung eines Papers (Compact) zur AMNT 2017.

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 31.03.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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

AREVA und VKTA haben im Rahmen des AP4.1 Szenarien in einer Excel-Liste mit der Struktur der Erfahrungsdatenbank an KIT geschickt. Alle zugeschickten Daten wurden durch KIT auf potentielle Übertragungsfehler (z. B. Zyklen) überprüft und bei aufgetretenen Unklarheiten wurden diese bilateral besprochen und behoben (AP4.2).

Die Daten von AREVA bzgl. verschiedener Szenarien führen potentielle Verzögerungen verschiedener Vorgänge auf. Für AREVA hat KIT auf Basis dieser Daten je möglicher Verzögerung jeweils ein Szenario berechnet. Aufgrund weiterer Anpassungen der Ausgangsdaten (z. B. geringere Kapazitäten der verfügbaren Ressourcen) wurden die Szenarien erneut berechnet (AP4.2).

VKTA hatte Daten bzgl. des Szenarios des Rückbaus der heißen Zellen sowie der Szenarien Totalabriss und Teilabriss des Kellers im Forschungsreaktor Rossendorf an KIT geschickt. Für alle drei Szenarien hat KIT einen optimalen Rückbauplan berechnet und diesen an VKTA geschickt (AP4.2).

4. Geplante Weiterarbeiten

Im Rahmen von AP4.2 werden die von KIT für AREVA bzw. VKTA berechneten optimalen Rückbaupläne jeweils von AREVA bzw. VKTA überprüft, sodass sowohl potentielle Übertragungsfehler der Inputdaten als auch Berechnungsfehler im Optimiermodell behoben werden können. Auf diese Weise werden realistische und theoretisch ausführbare Projektpläne berechnet.

Auf Basis der in AP4.2 bewerteten und berechneten Szenarien werden Verbesserungspotentiale für zukünftige Planungen identifiziert (AP5.1). Diese Verbesserungspotentiale sind zugleich Basis für die daraus ableitbaren Handlungsempfehlungen in AP5.2.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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 31.03.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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

Nach Übernahme der von AREVA zur Verfügung gestellten Daten aus der Erfahrungsdatenbank in das entwickelte Simulationsprogramm wurden im Berichtszeitraum seitens KIT darauf basierend verschiedene Szenarien berechnet. Im Ergebnis daraus ergaben sich einige Unstimmigkeiten bzw. Unklarheiten wie beispielsweise:

- Unterschiedliche Kostenangaben bei gleichen Ressourcen
- Eine insgesamt zu hohe Projektdurchführungsdauer
- Deutlich zu hohe Projektkosten

Auf Basis der genannten Unstimmigkeiten wurde daraufhin nochmal eine spezifische Betrachtung der Inputdaten vorgenommen, um die Gründe für die unrealistischen Abweichungen bestimmen zu können. Erste mögliche Fehlerursachen, die zu den genannten Abweichungen geführt haben könnten, wurden bereits identifiziert. Diese werden im Rahmen weiterer bilateraler Gespräche mit KIT eingehender untersucht und nach Möglichkeit direkt behoben.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Überprüfung der im zweiten Halbjahr des Jahres 2016 durchgeführten Berechnungen der optimalen Rückbaupläne wird im Detail weiter ausgeführt. In Zusammenarbeit mit KIT sollen so potentielle Übertragungsfehler der Inputdaten als auch potentielle Berechnungsfehler im Optimiermodell behoben werden. Auf diese Weise werden realistische und theoretisch ausführbare Projektpläne berechnet.

Auf Basis der in AP4.2 bewerteten und berechneten Szenarien werden Verbesserungspotentiale für zukünftige Planungen identifiziert (AP5.1). Diese Verbesserungspotentiale sind zugleich Basis für die daraus ableitbaren Handlungsempfehlungen in AP5.2.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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 31.03.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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 Rahmen des AP4.1 hatte der VKTA Szenarien in einer Excel-Liste mit der Struktur der Erfahrungsdatenbank an KIT geschickt. Alle diese Daten wurden durch KIT auf potentielle Übertragungsfehler (z. B. Zyklen) überprüft. Bei aufgetretenen Unklarheiten wurden diese bilateral besprochen und behoben (AP4.2).

Weiterhin übergab VKTA Daten bzgl. des Szenarios des Rückbaus der Heißen Zellen sowie der Szenarien Totalabriss und Teilabriss des Kellers des Rossendorfer Forschungsreaktors an KIT. Hinsichtlich dieser beiden Szenarien wurden weitere Ressourcen herangezogen und bewertet. Für alle drei Szenarien hat KIT einen optimalen Rückbauplan berechnet und diesen an VKTA geschickt. Die Berechnungsergebnisse wurden ebenfalls bilateral zwischen VKTA und KIT auf ihre Konsistenz und Realisierbarkeit überprüft (AP4.2).

4. Geplante Weiterarbeiten

Im Rahmen von AP4.2 wird die Überprüfung der von KIT für VKTA berechneten optimalen Rückbaupläne von VKTA abgeschlossen, sodass sowohl potentielle Übertragungsfehler der Inputdaten als auch Berechnungsfehler im Optimiermodell behoben werden können. Auf diese Weise werden realistische und theoretisch ausführbare Projektpläne berechnet.

Auf Basis der in AP4.2 bewerteten und berechneten Szenarien werden Verbesserungspotentiale für zukünftige Planungen identifiziert (AP5.1). Diese Verbesserungspotentiale sind zugleich Basis für die daraus ableitbaren Handlungsempfehlungen in AP5.2.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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 spanenden 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

AP2:

Die Modellierung des trockenen Seilschleifprozesses wurde abgeschlossen. Aufbauend auf einer Beschreibung der Prozesskinematik wurden je ein mechanisches und ein thermisches Prozessmodell abgeleitet, die durch experimentelle Untersuchungen parametrisiert und verifiziert wurden. Anhand der Prozessmodelle lässt sich der Einfluss der Prozesseingangsgrößen auf die Werkzeugbeanspruchung erklären und vorhersagen. Derzeit wird der Zusammenhang zwischen Werkzeugbeanspruchungen und Verschleißverhalten untersucht.

AP3:

Das Verschleißverhalten und das Standvermögen unterschiedlich segmentierter Werkzeuge wurden bei konstanten Prozessstellgrößen ermittelt. Es zeigt sich ein hoher makroskopischer Initialverschleiß, dessen Ausmaß mit sinkender Segmentierung steigt. Die Ermittlung der Ursachen des Initialverschleißes ist Gegenstand derzeitiger Forschungsaktivitäten. Nach der Initialphase folgt der makroskopische Verschleiß einem linearen Verlauf, dessen Steigung durch die Segmentierung nicht beeinflusst wird. Grund hierfür ist, dass sich die kontaktfächenbezogenen Kräfte nicht unterscheiden.

AP4 + 5:

Anhand der bisherigen Erkenntnisse des Projekts wurde ein angepasstes Werkzeugkonzept abgeleitet, bei dem die Länge des Schleifbelags reduziert und die Anzahl der Schleifsegmente maximal gewählt wird. Zudem wird das Werkzeug vor dem ersten Einsatz geschärft, um von der Lotschicht überdeckte Diamantkörner freizulegen. Das angepasste Werkzeug wird derzeit von Husqvarna hergestellt. Darüber hinaus wird untersucht, ob ein Polyurethan-Elastomer das derzeit eingesetzte Gummi als Werkstoff für die Ummantelung ersetzen kann. Das Polyurethan-Elastomer ist deutlich temperaturstabiler. Jedoch ist das Haftvermögen an den metallischen Werkzeugkomponenten unklar.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2 + 3:

Die experimentellen Untersuchungen zur Korrelation von Werkzeugbeanspruchung, Werkstückgestalt und Verschleißverhalten werden im ersten Halbjahr 2017 abgeschlossen.

AP6:

Die von Husqvarna bereitgestellten Werkzeugprototypen werden hinsichtlich ihres Verschleißverhaltens beim Trennen von Stahlstrukturen untersucht und den kommerziell verfügbaren Werkzeugen gegenübergestellt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Denkena, B., Grove, T., Tatzig, L.: A Mechanical Model of Diamond Wire Sawing of Steel Structures, Materials Science Forum, Vol. 874 (2016), S. 22-27. DOI: 10.4028/www.scientific.net/MSF.874.22

Denkena, B., Grove, T., Tatzig, L.: A mechanical model of diamond wire sawing of steel structures, Vortrag beim 19th International Symposium on Advances in Abrasive Technology, 02.-05.10.2016, Stockholm, Schweden.

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 31.12.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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 Untersuchungen sind abgeschlossen.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass sich mittels elektrochemischer Totaloxidation alle bislang untersuchten organischen Verbindungen, teils in Form von Stoffgemischen vorliegend, auf diese Art in CO₂ überführen ließen. Auch partikuläre organische Substanzen können dabei umgesetzt werden. Einzelne substanzspezifische Untersuchungen werden ggf. bei konkretem Bedarf nachträglich ausgeführt.

AP2: Im Berichtszeitraum wurde das Teil-Arbeitspaket „Optimierung des Elektrolyseprozesses“ bearbeitet. Speziell wurde untersucht, welchen Einfluss die Dotierung des Anodenmaterials (Überspannungscharakteristik) als wesentlicher Einflussfaktor auf die Reaktivität hat. Von besonderem Interesse ist dies bei der Umsetzung sehr schwer oxidierbarer Substanzen (Optimierung des Dekontaminationsprozesses, Senkung des Energieverbrauchs). Es zeigte sich, dass eine Änderung des Dotierungsgrades zwar die elektrochemische Totaloxidation wie erhofft beschleunigt, allerdings ging dies zu Lasten der Korrosionsbeständigkeit der Anoden. Für einen Langzeiteinsatz in der Praxis stellt dies somit nur dann eine Option dar, wenn Hersteller-seitig verbesserte Materialien verfügbar sind. Die Untersuchungen hierzu sind abgeschlossen.

Die Untersuchungen zur Durchführung der Totaloxidation direkt in organischen Medien wurden fortgesetzt. Die Auswahl bevorzugt geeigneter Elektrolytsysteme und Separatoren ist abgeschlossen. Es musste eine neue Methodik zur Auswertung der Versuche entwickelt werden, die auf einer Massenbilanzierung über alle Prozessströme beruht. Herkömmliche Analysen erwiesen sich aufgrund thermodynamischer Effekte (Exzessvolumina in Lösungsmittelgemischen) als nicht hinreichend genau. Die erreichbaren Stromdichten in organischer Lösung lassen hinreichend hohe Umsetzungsgeschwindigkeiten beim Abbau der organischen Fracht zu.

AP3: Mit der Bearbeitung wurde begonnen (Zellenfertigung).

AP4: Eine Bearbeitung ist erst im Jahr 2017 vorgesehen.

AP5: Eine Bearbeitung ist erst 2017 vorgesehen.

AP6: AP6 wurde entsprechend Erfordernis bearbeitet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Zunächst steht die abschließende Bearbeitung des AP2 mit folgenden Schwerpunkten an:

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

Die Bearbeitung des AP2 wird sich voraussichtlich bis in das zweite Quartal 2017 hinein erstrecken.

Parallel hierzu wird AP3 bearbeitet sowie AP6 entsprechend Erfordernis.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

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: 01.07.2016 bis 30.09.2016	
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 zurzeit 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 Schalbretter 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,
- automatisch geführte Entfernung der Dekontaminationsbeschichtung,
- 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 Sekundärwaste 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 Augen-

merk 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

- Untersuchung der Abtragleistung bezüglich variiertes Anlagenparameter
- Betrachtungen zu einem Konzept zur Behandlung der anfallenden Abfälle
- Betrachtungen zum Sicherheits- und Lüftungskonzept des Verfahrens
- Bisherige Ergebnisse:
 - Ein reiner Trockeneisstrahl ist zur Dekontamination nicht geeignet, da die gängigen Dekontaminationsanstriche mit diesem nicht entfernt werden können
 - Bei angepassten Parametern kann mit dem hybriden Trockeneisabstrahl sowohl eine rein selektive Entfernung des Dekontaminationsanstriches, als auch ein zusätzlicher Abtrag des Basismaterials erfolgen.
 - Das Verfahren ist robust gegenüber Oberflächenfehlern im Beton, wie z. B. Profilunterschiede durch Schalungsfehler
 - Die selektive Wirkung des Verfahrens lässt einen adaptiven Abtrag zu, da nach der Entfernung des Dekontaminationsanstriches bevorzugt geschwächte Betonbereiche einen Abtrag in die Tiefe erfahren. Fehlerfreier Beton wird hingegen weniger stark abgetragen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Fertigstellung des Abschlussberichtes
- Einreichung des Abschlussberichtes

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: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
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

Auf den Testflächen der Gessenwiese sowie auf den Testarealen des Kanigsbergs wurde im September 2016 die Bonitur der gepflanzten Bäume zur Ermittlung pflanzenspezifischer Parameter (Größe, Umfang, Anzahl, Vitalität) fortgeführt.

Auf dem Testfeld Gessenwiese erfolgte eine Probenahme der Blätter sowie die Ernte der Gras- und Krautschicht zur Biomassebestimmung und zur Bestimmung der R/SM-Gehalte in den Pflanzenkompartimenten. Die Fortführung des Monitorings der physiko-chemischen Parameter (pH, elektrische Leitfähigkeit) sowie die Auswertung der im Berichtszeitraum I beschriebenen Analytik der Substrate dienten der Abschätzung des Mobilitätpotentials der R/SM in den verschiedenen Subplots.

Auf den Arealen des Kanigsberges erfolgte die Biomassebestimmung von *F. rubra* und *S. multicaule* auf den unterschiedlichen Subplots. Darüber hinaus wurden die orts aufgelösten physiko-chemischen Bodenuntersuchungen sowie die Analytik der Substrate zur Bioverfügbarkeit der R/SM fortgesetzt. Für die verschiedenen Substrate aller Testflächen (GW, KB) erfolgte die Bestimmung der Bodenart und der mikrobiellen Zellzahlen (cfu = colony forming units). Die hydrochemische Charakterisierung der Grund- und Sickerwässer sowie die im Berichtszeitraum I aufgeführte Befliegung aller Testflächen zum Monitoring von Pflanzenparametern sowie der Erosionsermittlung mittels hochauflösenden Aufnahmen wurden im September 2016 fortgesetzt.

Laborversuche

Mit Laborexperimenten (SM-Test auf Kultivierungsbasis, Siderophorbildung) wurden geeignete Wurzelbakterien zur Inokulation der Testflächen charakterisiert und die Überlebensfähigkeit von *Streptomyces mirabilis* P16B-1 sowie der Einfluss auf das Wachstum und die R/SM-Aufnahme von *F. rubra* untersucht. Ein umfangreicher Gefäßversuch (72 Töpfe; *F. rubra*, *S. multicaule*) unter Zusatz von Rendzina in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen sowie Inokulation mit Mykorrhiza (*Rhizophagus irregularis*) wurde durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im März/April 2017 erfolgen die Aussaat der Gras- und Krautschicht zur Stabilisierung der Substrate und potentiellen Phytoextraktion sowie die jährlich durchzuführende mikrobielle Inokulation der Bäume. Die Bonituren und Probennahmen auf allen Teilflächen werden fortgesetzt. Zur Abschätzung der mikrobiellen Inokulation mit *S. mirabilis* P16B-1 auf das Pflanzenwachstum und die R/SM-Aufnahme in unterschiedliche Bäumen erfolgt ein Gefäßversuch.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Fürst, D., Pietschmann, S., Büchel, G., E. Kothe (2016): Influence of microbial inoculation and soil amendment on the phytoremediation potential of Sorghum bicolor on the test site Gessenwiese. 15th Symposium on Remediation, October 13-14, Jena.

Märten, A., Berger, D., Köhler, M., D. Merten (2016): Laser Ablation of tree rings: Oak trees as biomonitors of long-term uranium contamination. 13th European Workshop on Laser Ablation, July 12-15, Ljubljana.

Mirgorodsky, D., Märten, A., Riefenstahl, M., Pietschmann, S., Fürst, D., Merten, D., Kothe, E., G. Büchel (2016): Combining bioremediation methods with bioenergy production at field scale. 15th Symposium on Remediation, October 13-14, Jena.

Sammer, D., Krause, K., Gube, M., Wagner, K., E. Kothe (2016): Hydrophobins in the life cycle of the ectomycorrhizal basidiomycete *Tricholoma vaccinum*. PLoS One 11, e0167773.

Schindler, F., Merbold, L., Karlsson, S., Sprocati, A.R., E. Kothe (2016): Seasonal change of microbial activity in microbially aided bioremediation. J. Geochem. Explor. 174, 4-9.

Wagner, K., Krause, K., E. Kothe (2016): Chemical communication between soil microorganisms, basidiomycetes and their tree host in the mycorrhizosphere. Endocytobiosis Cell Res. 27, 47-55.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 9215A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2015 bis 31.07.2018	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 830.328,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Hurtado	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem Projekt LaColor ist vorgesehen, die erprobte Lasertechnologie zum Abtragen PCB-haltiger Dekontacke in Richtung eines praxisnah einsetzbaren Laserarbeitskopfes mit kontinuierlichem Laserstrahl fortzuführen. Ziel ist es, das Gesamtsystem so zu qualifizieren, dass es die Anforderungen des nuklearen Rückbaus erfüllt. Dazu ist es ergänzend erforderlich, das in LaColor entwickelte Online-Monitoring (LIF) Verfahren zur qualitativen Überwachung des Dekontaminationserfolges zu miniaturisieren und für den Einsatz vor Ort zu ertüchtigen. Die Experimente im Rahmen des Projektes LaColor zeigten darüber hinaus die Möglichkeit unter Nutzung neuartiger Faser-Laser-Systeme eine großflächige Reinigung radioaktiv und chemisch-toxisch kontaminierter Oberflächen effizient und mit minimalem Sekundärabfall durchzuführen. Innovativ ist hier vor allem die von der Fokusslage der Laserstrahlung unabhängige Prozessführung, was auch ermöglicht komplex geformte Oberflächen in einem Prozessschritt zu säubern, wodurch die Handhabung des Reinigungssystems außerordentlich vereinfacht wird. Weiterhin liegt ein Schwerpunkt auf der Entwicklung des angepassten Absaug- und Filtersystems.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- TUD-1: Literaturrecherche und Auswertung, Status: in Bearbeitung
- TUD-2: Planung, Bau und Inbetriebnahme des angepassten Systems zur chemisch-toxischen Dekontamination, Status: in Bearbeitung
- TUD-3: Durchführung von Laborversuchen unter realitätsnahen Verhältnissen zur Laserdekontamination chemisch-toxisch belasteter Betonstrukturen, Status: in Bearbeitung
- TUD-4: Planung, Bau und Inbetriebnahme des angepassten Systems zur Laserdekontamination metallischer Oberflächen, Status: in Bearbeitung
- TUD-5: Durchführung von Laborversuchen unter realitätsnahen Verhältnissen zur Laserdekontamination metallischer Oberflächen, Status: in Bearbeitung
- TUD-6: Durchführung von Versuchen an PCB-lackierten Originalwänden (z. B. MZFR) , Status: nicht begonnen
- TUD-7: Durchführung von Versuchen an metallischen Oberflächen der WAK, Status: nicht begonnen
- TUD-8: Initiierung einer integralen Technik-Folge-Abschätzung für den nuklearen Rückbau, Status: nicht begonnen
- TUD-9: Anfertigen des Abschlussberichts, Status: nicht begonnen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

TUD1: Die veröffentlichten Studien zur radiologischen Dekontamination unter Nutzung von Laserstrahlung nutzen sämtlich statische Aufbauten. Für die Nachweise wurden künstlich oxidierte und aktivierte Stahlproben verwendet. Die Ablagerung mittels Laserstrahlung abgetragener Partikel wurde bisher mittels REM, Raman-Spektroskopie und ICP-MS für einen statischen Aufbau geprüft, diese Ergebnisse dienen zur Auswahl geeigneter Messtechnik für den Nachweis der Vermeidung von Rekontamination.

TUD2: Basierend auf dem modularen Konzept und den Anforderungen hinsichtlich Betrieb und notwendiger Messtechnik, dokumentiert im erstellten Lastenheft (IABG 1), wurde in Zusammenarbeit der Projektpartner ein konstruktiver Entwurf erstellt und in IABG 2 umgesetzt. Die Fertigungszeichnungen und Stücklisten für den Arbeitskopf werden im Januar 2017 zur Fertigung an TUD übergeben. Der Versuchsstand für die chemisch-toxische Dekontamination wurde aufgebaut und ermöglicht aktuell stationäre Experimente zum Nachweis der Funktionsfähigkeit des Arbeitskopfes. Die Absaugung der Abluft aus dem Arbeitskopf erfolgt mit einem Filtermodul vom Typ LAS 260 der Fa. ULT.

TUD3: Erste Experimente zum Funktionstest des Versuchsaufbaus wurden durchgeführt. Dabei sind sowohl Beton-Proben mit Epoxidharz als auch Beton-Proben ohne Lackierung verwendet worden. Die Versuche geben Aufschluss über günstige Probengeometrie und zusätzlich erforderliche Messtechnik.

TUD4: Der im vorhergehenden Berichtszeitraum beschriebene und ausgewählte Nd:YAG-Laser zur Dekontamination von metallischen Oberflächen wurde beschafft, aufgebaut und erfolgreich in Betrieb genommen. Das System erlaubt weiterreichende Studien für den Oberflächenabtrag bereits vor der Konstruktion des Arbeitskopfes. Für das Gesamtsystem ist die gleiche Absaugung vorgesehen, die auch für Beton in Frage kommt (siehe TUD2).

TUD5: Für die Experimente wurden zwei repräsentative Stähle ausgewählt und erste Versuchsreihen zur künstlichen Oxidation erfolgreich abgeschlossen. Der Funktionsnachweis zum Abtrag anhand künstlich oxidierte oder lackierte Proben war erfolgreich. Im Rahmen der Erprobung des Versuchssandes, des ND:YAG-Lasers und der Absaugung sind mehrere Metall-Proben sowohl mit Oxid-Schichten als auch mit Lack entschichtet worden.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Fertigung der beiden Arbeitsköpfe für Metall und Beton durch TUD
- Festlegung der notwendigen Versuchsparameter und der Versuchsdurchführung
- Ermittlung einer Parameterkarte für den Abtrag von Oxidschichten und Lackschichten auf ferritischem und austenitischem Stahl (z. B. durch Variation des Vorschubs und der Scanfrequenz)
- Ermittlung einer Parameterkarte für den Abtrag von Lackschichten auf Beton (z. B. durch Variation des Vorschubs und der Scanfrequenz)
- Entwicklung eines Nachweissystems zur Ermittlung des Verbleibs der abgetragenen Partikel nach der Dekontamination
- Ausbau Versuchsstand für mobile Anwendung im Labor

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 6, 09599 Freiberg		Förderkennzeichen: 02 S 9215B
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2015 bis 31.07.2017	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 259.410,00 EUR	Projektleiter: Dr. Voß	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem Projekt LaColor ist vorgesehen, die erprobte Lasertechnologie zum Abtragen PCB-haltiger Dekontacke in Richtung eines praxisnah einsetzbaren Laserarbeitskopfes mit kontinuierlichem Laserstrahl fortzuführen. Ziel ist es, das Gesamtsystem so zu qualifizieren, dass es die Anforderungen des nuklearen Rückbaus erfüllt. Dazu ist es ergänzend erforderlich, das in LaColor entwickelte Online-Monitoring (LIF) Verfahren zur qualitativen Überwachung des Dekontaminationserfolges zu miniaturisieren und für den Einsatz vor Ort zu ertüchtigen. Die Experimente im Rahmen des Projektes LaColor zeigten darüber hinaus die Möglichkeit unter Nutzung neuartiger Faser-Laser-Systeme eine großflächige Reinigung radioaktiv und chemisch-toxisch kontaminierter Oberflächen effizient und mit minimalem Sekundärabfall durchzuführen. Innovativ ist hier vor allem die von der Fokusslage der Laserstrahlung unabhängige Prozessführung, was auch ermöglicht komplex geformte Oberflächen in einem Prozessschritt zu säubern, wodurch die Handhabung des Reinigungssystems außerordentlich vereinfacht wird. Weiterhin liegt ein Schwerpunkt auf der Entwicklung des angepassten Absaug- und Filtersystems.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- FG1: Konzeptionierung des miniaturisierten Detektionssystems für Reaktionsradikale
- FG2: Konzeptionierung und Entwicklung eines Detektionssystems zur Bestimmung der Oberflächengüte von metallischen Strukturen
- FG3: Untersuchungen zur Nachweisführung von Minoritätenspezies über Chemilumineszenz
- FG4: Untersuchung und Validierung des Funktionsmusters zur Bestimmung der Oberflächengüte
- FG5: Abschlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

FG1:

Es wurde eine kommerziell erhältliche UV-LED als alternative Anregungslichtquelle für das LIF-Verfahren zur Detektion von CCl-Radikalen, die eine thermische Zersetzung polychlorierter Biphenyle anzeigen, angeschafft und getestet. Die LED strahlt dabei stark divergentes Licht im benötigten Wellenlängenbereich um (280 ± 10) nm mit cw-Leistungen bis 25 mW ab. Um dieses Anregungslicht effizient aufzusammeln, wurde eine mechanisch robuste

und kompakte, aber dennoch justierbare Kollimationsoptik aus ebenfalls kommerziell erhältlichen Bestandteilen in einem sog. Cage-System entwickelt und aufgebaut. Dieses wurde darüber hinaus mit einer Fokussieroptik kombiniert, um eine möglichst verlustfreie Lichtkopplung in eine Glasfaser zu ermöglichen, welche das Anregungslicht anschließend zum Versuchsstand bzw. zum Arbeitskopf transportiert. Ziel dieser Untersuchungen ist ein möglicher Ersatz des Farbstofflasers, da dieser eine komplexe Lichtquelle darstellt, die nur durch Fachpersonal betrieben werden kann und mit hohen Anschaffungs- und Wartungskosten verbunden ist. Zudem wäre durch eine LED eine weitere Miniaturisierung des gesamten LIF-Setups möglich. Ob die Intensität der LED für das LIF-Verfahren der konkreten Prozesse ausreichend ist, muss allerdings noch an chlorhaltigen Modellflammen mit entsprechender CCl-Radikalkonzentration getestet werden, was derzeit aus Gründen des Arbeitsschutzes aufgrund gebäudetechnischer Restriktionen durch den Ausfall der Laborabluftanlage nicht möglich ist. Im Zuge der Konstruktion des Arbeitskopfes für den Lackabtrag auf Betonoberflächen wurde ein ebenfalls kompaktes Optik-Cage-System zur Lichtlenkung, Kollimation und Fokussierung entwickelt und an den Arbeitskopf adaptiert, welches sowohl das Anregungslicht in die Abtragszone transportiert als auch das CCl-Emissionslicht aus dieser aufammelt. Damit ist aus Sicht des LIF-Systems die Mobilität des Arbeitskopfes gewährleistet.

FG2, FG4:

Der Versuchsstand für die thermographische Erfassung der Oberflächengüte von metallischen Oberflächen über deren Abstrahlcharakteristik im nahen Infrarot-Bereich (IR) wurde aufgebaut. Dieser ermöglicht die konzeptionell verschiedenen Messprinzipien der Emission und Reflexion von IR-Strahlung an standardisierten und beheizbaren Proben, die in Absprache mit dem Projektpartner TUD hergestellt und gezielt mit den angestrebten Verunreinigungen (Lacke, Oxide, Organik) versehen werden. Aus den Messungen lassen sich Rückschlüsse auf die Emissions- und Reflexionseigenschaften der Probenoberflächen und damit auf deren Verschmutzungsgrad sowie deren Rauigkeit ableiten. Erste Messungen mit einer Testprobe mit unterschiedlichen Verunreinigungen zeigen dabei einen deutlichen Kontrast zwischen (sauberen) metallischen und verschmutzten Oberflächen.

FG3:

Chemilumineszenz-Untersuchungen chlorhaltiger Flammen sind, ebenso wie LIF-Messungen (FG1), momentan nicht durchführbar, da gebäudetechnische Restriktionen mit der Abluftabsaugung bestehen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Test und Optimierung der Einkoppeleffizienz der UV-LED in verschiedenen Lichtleitfasern
- Vergleich der Lichtquelle LED mit dem Farbstofflasersystem hinsichtlich Anregungsintensität und Machbarkeit einer CCl-Radikal Anregung bzw. Detektion
- Kontrastoptimierung bei den Messungen zur Oberflächengüte von Metallen
- Untersuchung künstlich verschmutzter metallischer Proben (Variation der Verschmutzungsart und -stärke) zur Evaluierung der Sensitivität der Bestimmung der Oberflächengüte
- Untersuchungen zu weiteren Einflussfaktoren auf die Thermographie (Rauigkeiten, Proben temperatur, externe Strahlungsquellen)
- Detektion der Chemilumineszenz von OH- und CH-Radikalen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH, Einsteinstr. 20, 85521 Ottobrunn		Förderkennzeichen: 02 S 9215C
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2015 bis 31.07.2018	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 399.992,00 EUR	Projektleiter: Dr. Kremer	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem Projekt LaColor ist vorgesehen, die erprobte Lasertechnologie zum Abtragen PCB-haltiger Dekontacke in Richtung eines praxisnah einsetzbaren Laserarbeitskopfes mit kontinuierlichem Laserstrahl fortzuführen. Ziel ist es, das Gesamtsystem so zu qualifizieren, dass es die Anforderungen des nuklearen Rückbaus erfüllt. Dazu ist es ergänzend erforderlich, das in LaColor entwickelte Online-Monitoring (LIF) Verfahren zur qualitativen Überwachung des Dekontaminationserfolges zu miniaturisieren und für den Einsatz vor Ort zu ertüchtigen.

Die Experimente im Rahmen des Projektes LaColor zeigten darüber hinaus die Möglichkeit unter Nutzung neuartiger Faser-Laser-Systeme eine großflächige Reinigung radioaktiv und chemisch-toxisch kontaminierter Oberflächen effizient und mit minimalem Sekundärabfall durchzuführen. Innovativ ist hier vor allem die von der Fokusslage der Laserstrahlung unabhängige Prozessführung, was auch ermöglicht komplex geformte Oberflächen in einem Prozessschritt zu säubern, wodurch die Handhabung des Reinigungssystems außerordentlich vereinfacht wird.

Weiterhin liegt ein Schwerpunkt auf der Entwicklung des angepassten Absaug- und Filtersystems. Das Forschungsvorhaben wird in einem Verbundprojekt mit der TU Dresden (02S9215A) und der Bergakademie Freiberg (02S9215B) durchgeführt.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

IABG 1: Erstellung eines Lastenhefts

IABG 2: Konstruktion von zwei Strahlköpfen für mineralische und metallische Untergründe

IABG 3: Technische Dokumentation

IABG 4: Planung und Begleitung Abschlussversuche

IABG 5: Abschlussdokumentation

IABG P: Projekt- und Qualitätsmanagement

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Das Lastenheft für den Beton-Arbeitskopf zum Abtrag von PCB-haltigen Lacken wurde in Kooperation mit dem Projektpartner (TU Dresden) erstellt.
- Die Konstruktion des Beton-Arbeitskopfes wurde abgeschlossen. Hierbei wurde in intensiver Abstimmung mit den Projektpartnern ein Arbeitskopf konstruiert, der aufbauend auf dem konzeptionellen Arbeitskopf aus dem Projekt LaColor eine umfassende Optimierung darstellt. Neben einer optimierten Abluftabführung wurden die Luftzuführung mittels variabler Cross-Jets, einer Klappe zur Kontrolle und dem Wechsel der Schutzgläser der Optik und eine Anpassbarkeit der Endkappe an die Bauteiloberfläche vorgesehen. Des Weiteren wurde eine Adaption der Komponenten des LIF-Verfahrens zur Überwachung der sicheren Zersetzung der PCB integriert.
- Die Erstellung von Werkstattzeichnungen für den Beton-Arbeitskopf wurde begonnen.
- Mittels CFD-Simulationen wurde eine grobe Auslegung der Strömungsverhältnisse während der Entwurfsphase durchgeführt. Eine abschließende Simulation wurde nach Fertigstellung der Konstruktion begonnen.
- Das Forschungsvorhaben wird innerhalb der IABG während der gesamten Bearbeitungszeit mit den Werkzeugen und Methoden des Projekt- und Qualitätsmanagement begleitet. Hierdurch ist eine zügige, kontinuierliche und erfolgreiche Projektbearbeitung gewährleistet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Beton-Bearbeitungskopf:

- Fertigstellung der Werkstattzeichnungen
- Fertigstellung der CFD-Simulation

Metallbearbeitungskopf:

- Ausarbeitung des Lastenheftes
- Erstellung von Grobentwürfen
- Konstruktion des Arbeitskopfes
- Erstellung von Werkstattzeichnungen

Allgemeine Arbeiten:

- Technische Dokumentation
- Planung und Begleitung von Abschlussuntersuchungen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe		Förderkennzeichen: 02 S 9225A
Vorhabensbezeichnung: Magnet-Separation von Korngemischen zur Minimierung von Sekundärabfällen im Rückbau kerntechnischer Anlagen (MASK)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2015 bis 31.10.2018	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 629.574,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Gentes	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Eine Zerlegetechnik, die beim Rückbau kerntechnischer Anlagen eingesetzt wird, ist das Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidverfahren (WASS), bei dem die Komponenten mithilfe eines Hochdruckwasserstrahls und eines scharfkantigen Abrasivmittels geschnitten werden. Mit diesem Verfahren wurden bereits Reaktor-Druckbehälter (RDB) und zugehörige RDB-Einbauten fachgerecht rückgebaut. Beim Durchtrennen entsteht durch die Mitnahme von Schnittfugenmaterial in der Suspension ein Gemisch von Wasser, Abrasivmittel und kontaminiertem metallischen Material. In einem vorhergehenden Forschungsprojekt konnte bereits ein Separationsverfahren zur Nachbehandlung von dieser Mischung entwickelt werden. Hierbei werden die magnetischen Stahlspäne mit Hilfe eines Magnetfilters von dem nicht radioaktiven Abrasiv getrennt. Ziel des Forschungsprojekts ist die Verbesserung des bestehenden Systems durch experimentelle und numerische Untersuchungen. Zudem sollen Versuche mit radioaktivem Material durchgeführt werden, um die Anlage unter realen Bedingungen zu testen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Experimentelle und analytische Untersuchungen (INE/TMB):

- AP1: Grundlagenuntersuchung zur analytischen Betrachtung des Filtrvorgangs
- AP2: Detaillierte Analyse der getrennten Fraktionen und Ermittlung der zu erwarteten Restaktivität
- AP3: Anpassung der Pilotanlage zur Untersuchung der Einflussfaktoren
- AP4: Durchführung der Parameteruntersuchung
- AP5: Iterative Optimierung des Verfahrens
- AP6: Erprobung des Verfahrens mit aktiviertem Material
- AP7: Dokumentation der Ergebnisse

Numerische Untersuchungen (TMB):

- AP1: Auswahl geeigneter CFD-Software
- AP2: Bedingungen für das Simulationsmodell
- AP3: Entwicklung des Simulationsprogramms
- AP4: Simulation und Auswertung
- AP5: Dokumentation der Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Experimentelle und analytische Untersuchungen: AP2 + 3

Auf Basis der Recherche zur Auswahl von Stählen und Legierungen wurden fünf relevante Stähle (drei austenitische und zwei ferritische Stähle) ausgewählt und beschafft. Aus den drei austenitischen Stählen wurden im Oktober 2016 mit dem WASS-Verfahren bei der Firma ANT in Lübeck Korngemische hergestellt. Zur Untersuchung des Einflusses des Arbeitsdrucks auf das Entstehen von Stahlanhaftungen wurde ein austenitischer Stahl mit 800 bar statt mit 2000 bar geschnitten. Die ferritischen Stähle wurden nicht geschnitten, da die Korngemische rosten würden.

Um die mit der Pilotanlage durchzuführenden Versuche unter einander vergleichbar zu machen, müssen die verwendeten Proben die gleichen Anteile Abrasiv und Stahl beinhalten. Hierfür wurden erste Versuche zur Homogenisierung der Korngemische durchgeführt.

Die vorläufige Planung der Pilotanlage für den Einsatz im Kontrollbereich wurde abgeschlossen. Die relevanten Anlagenteile wurden bereits angefragt und zum Teil bestellt. Für das Magnetfiltersystem wurden sogenannte Magnetrost ausgewählt, da diese modular erweiterbar sind. Der modulare Aufbau bietet verschiedene Verbesserungsmöglichkeiten und erlaubt durch transparente Wandelemente den Strömungsverlauf im Filtersystem zu beobachten.

Numerische Untersuchungen: AP2

Es wurde sich auf das Softwareprogramm OpenFoam festgelegt. Hierfür wurde eine Anmeldung auf dem BWUniCluster nötig, da man mit Hilfe dieses Clusters den zeitlichen Aufwand der Berechnungen verkürzt. Erste Mehrphasen-Simulationen wurden berechnet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Experimentelle und analytische Untersuchungen: AP2 + 3

Die Pilotanlage wird im kommenden Berichtszeitraum aufgebaut. Es werden Methoden untersucht, die die Korrosion der ferritischen Proben verhindern könnten. Danach sollen die inaktiven ferritischen Korngemische hergestellt werden. Weitere Versuche zur Homogenisierung des Gemischs sind geplant.

Numerische Untersuchungen: AP3

Weitere Rechnungen auf dem BWUniCluster sind nötig um die Randbedingungen des Simulationsmodells fest zu legen. Zudem wird einen Entwicklungsplan erstellt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Eingereichte Veröffentlichungen:

“Improvement of a separation method for the reduction of secondary waste from the waterjet abrasive suspension cutting technique” bei dem Workshop “Current and Emerging Methods for Optimising Safety and Efficiency in Nuclear Decommissioning” in Halden, Norwegen

“Verbesserung eines Separationsverfahrens zur Behandlung des Sekundärabfalls der Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidtechnik“ auf der KONTEC 2017 in Dresden

“Untersuchung der Strömungsverläufe in einem Magnetfilter zur Minimierung von Sekundärabfall der Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidtechnik“ bei der Jahrestagung Kerntechnik (AMNT) in Berlin

Zuwendungsempfänger: Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen		Förderkennzeichen: 02 S 9225B
Vorhabensbezeichnung: Magnet-Separation von Korngemischen zur Minimierung von Sekundärabfällen im Rückbau kerntechnischer Anlagen (MASK)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2015 bis 31.10.2018		Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 458.910,00 EUR		Projektleiter: Prof. Dr. Geckeis

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Eine Zerlegetechnik, die beim Rückbau kerntechnischer Anlagen eingesetzt wird, ist das Wasser-Abrasive-Suspensions-Schneidverfahren (WASS), bei dem die Komponenten mithilfe eines Hochdruckwasserstrahls und eines scharfkantigen Abrasivmittels geschnitten werden. Mit diesem Verfahren wurden bereits Reaktor-Druckbehälter (RDB) und zugehörige RDB-Einbauten fachgerecht rückgebaut. Beim Durchtrennen entsteht durch die Mitnahme von Schnittfugenmaterial in der Suspension ein Gemisch von Wasser, Abrasivmittel und radioaktiven Stahlspänen. In einem vorhergehenden Forschungsprojekt (NENAWAS) konnte bereits ein Separationsverfahren zur Nachbehandlung von dieser Mischung entwickelt werden. Hierbei werden die magnetischen Stahlspäne mit Hilfe eines Magnetfilters in einer Separationsanlage (NENAWAS-Anlage) von dem nicht radioaktiven Abrasiv getrennt. Ziel des MASK-Forschungsprojekts ist die Verbesserung des bestehenden Verfahrens durch experimentelle und numerische Untersuchungen in einer neu entwickelten Anlage (MASK-Anlage). Darin sollen insbesondere Versuche mit radioaktivem Material möglich sein.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Experimentelle und analytische Untersuchungen (INE/TMB):

AP1: Grundlagenuntersuchung zur analytischen Betrachtung des Filtervorgangs

AP2: Detaillierte Analyse der getrennten Fraktionen und Ermittlung der zu erwarteten Restaktivität

AP3: Anpassung der Pilotanlage zur Untersuchung der Einflussfaktoren

AP4: Durchführung der Parameteruntersuchung

AP5: Iterative Optimierung des Verfahrens

AP6: Erprobung des Verfahrens mit aktiviertem Material

AP7: Dokumentation der Ergebnisse

Numerische Untersuchungen (TMB):

AP1: Auswahl geeigneter CFD-Software

AP2: Bedingungen für das Simulationsmodell

AP3: Entwicklung des Simulationsprogramms

AP4: Simulation und Auswertung

AP5: Dokumentation der Ergebnisse

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP2, 3 + 6:

Die im Rahmen des Projekts entwickelte Elementanalysemethode (ICP-OES mit Ni als Leitelelement) wurde erfolgreich angewandt, um Abtrenngrade aus Experimenten mit der NENA-WAS-Anlage quantitativ zu bestimmen. Getrennte Kornfraktionen wurden weiterhin mit der Rasterelektronenmikroskopie (SEM-EDX) untersucht.

Um den Einfluss der Stahlzusammensetzung und von Schneidparametern auf das Trennergebnis zu testen, wurden fünf relevante Stähle (drei austenitische und zwei ferritische) ausgewählt und beschafft. Aus den austenitischen Stählen wurden im Oktober 2016 mit dem WASS-Verfahren bei der Firma ANT in Lübeck inaktive Korngemische hergestellt. Zur Untersuchung des Einflusses des Arbeitsdrucks auf die Entstehung von Stahlanhaftungen wurde ein austenitischer Stahl mit 800 bar statt mit 2000 bar geschnitten. Die ferritischen Stähle werden zu einem späteren Zeitpunkt geschnitten, um Korrosion während der Wartezeit bis zu den geplanten Trennexperimenten zu verhindern bzw. zu minimieren.

Die vorläufige Planung der Pilotanlage für den Einsatz im Kontrollbereich (MASK-Anlage) wurde abgeschlossen. Es wurde eine Unterlage zur Vorstellung der MASK-Anlage erstellt und zur Begutachtung für den inaktiven sowie den radioaktiven Betrieb im Kontrollbereich beim Technischen Ausschuss des INE eingereicht. Die Unterlage enthält u. a. die Auslegungs- und Grenzwertbegründung, die Störfallbetrachtung sowie die Gefährdungsbeurteilung mit den radiologischen Berechnungen für das in Aussicht stehende radioaktive Material.

Die Verfügbarkeit von radioaktivem Material wurde geprüft und ein Energieversorgungsunternehmen hat dem MASK-Projekt aus einem stillgelegten Kernkraftwerk, nach Erteilung der ersten Stilllegungs- und Abbaugenehmigung, aktiviertes ferritisches Material (Muttern des RDB-Deckels) in Aussicht gestellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2, 3 + 6:

Nach der Begutachtung und Genehmigung der MASK-Anlage durch den Technischen Ausschuss des INE, werden die bereits angefragten Komponenten wie z. B. Magnetfilter, Membranpumpe, Handventile und Verbindungselemente bestellt, die Montage vorbereitet und durchgeführt. Die Funktionsprüfungen für die Hauptkomponenten werden begleitend durchgeführt und enden mit der Inbetriebnahme der Anlage. Im Anschluss werden inaktive Vorversuche zur weiteren Prozessoptimierung durchgeführt und die Betriebsparameter ermittelt. Die Versuchsreihen mit den inaktiven Korngemischen werden voraussichtlich in der zweiten Jahreshälfte 2017 beginnen. Die Herstellung radioaktiver Korngemische soll geplant und umgesetzt werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Eingereichte Veröffentlichungen:

“Improvement of a separation method for the reduction of secondary waste from the waterjet abrasive suspension cutting technique” bei dem Workshop “Current and Emerging Methods for Optimising Safety and Efficiency in Nuclear Decommissioning” in Halden, Norwegen.

“Verbesserung eines Separationsverfahrens zur Behandlung des Sekundärabfalls der Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidtechnik“ auf der KONTEC 2017 in Dresden.

“Untersuchung der Strömungsverläufe in einem Magnetfilter zur Minimierung von Sekundärabfall der Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidtechnik“ bei der Jahrestagung Kerntechnik (AMNT) in Berlin.

Zuwendungsempfänger: Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München		Förderkennzeichen: 02 S 9245
Vorhabensbezeichnung: Identifizierung und Quantifizierung von Beta-Strahlern zur zerstörungsfreien Charakterisierung radioaktiver Abfallgebinde (IQ-Beta)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2016 bis 31.12.2018	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 394.686,00 EUR	Projektleiter: Dr. Bücherl	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Vorhabens soll ein effektives Verfahren zur Bestimmung des Bremsstrahlungsanteils in gemessenen Gamma-Spektren und der Identifikation und Quantifikation der hierfür verantwortlichen Beta-Strahler auf Grundlage und Erfahrungen aus vorhergehenden Projekten erarbeitet werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Bestandsaufnahme

Kritische Hinterfragung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie und Prüfung ihrer praktischen Umsetzbarkeit. Untersuchung bereits begonnener sowie möglicher alternativer Ansätze für die Quantifizierung von Beta-Strahlern in Gamma-Spektren.

AP2: Analyse gemessener Gamma-Spektren

Grundlage für die Extraktion des Bremsstrahlungsanteils aus den gemessenen Gamma-Spektren ist die (vollständige) Berücksichtigung der Parameter, welche die Form des Spektrums beeinflussen können. Hierfür sollen Prozeduren zur Berücksichtigung (Korrektur) dieser Beiträge erarbeitet und getestet werden. Der Einfluss aller Parameter soll möglichst detailliert ermittelt und Möglichkeiten zu deren mathematischer Beschreibung erarbeitet werden (u. a. mittels Literaturrecherche).

AP3: Programme zur Simulation von Gamma-Spektren

Mit dem Ergebnis der Analyse der gemessenen Gamma-Spektren (siehe AP2) soll das Gamma-Spektrum ohne Bremsstrahlungsanteile simuliert, d. h. nachgebildet werden. Ziel dieses Arbeitspakets ist die Auswahl und Einbindung eines geeigneten Simulationsprogramms in ein Auswertprogramm, welches auf einem „normalen“ PC implementiert werden kann.

AP4: Simulation von Gamma-Spektren

Mit dem in AP3 festgelegten Simulationsprogramm bzw. der Simulationmethode und den Ergebnissen aus AP2 sollen verschiedene gemessene Spektren nachgebildet werden. Die Abweichungen und mögliche Gründe hierfür sind zu erarbeiten, zu quantifizieren und ihre Auswirkungen auf das weitere Vorgehen abzuschätzen sowie gegebenenfalls geeignete Korrekturverfahren zu entwickeln.

AP5: Identifikation von Beta-Strahlern

Das Ziel der Auswertung von Gamma-Spektren hinsichtlich enthaltener Beta-Strahler ist die Quantifizierung dieser. Ein mathematisches Konzept wurde bereits erarbeitet und soll auf reale Messdaten angewandt sowie gegebenenfalls angepasst bzw. modifiziert werden.

AP6: Test- und Verifikationsmessungen

Durchführung von Messungen an Testobjekten sowie an realen Abfallgebinden (z. B. 200-L-Gebinden) zur Verifizierung der erzielten Ergebnisse.

AP7: Softwareintegration

Die entwickelte Analysesoftware wird in die aktuelle RCM-Analysesoftware integriert werden.

AP8: Weitere Untersuchungen

In den weiterführenden Arbeiten zeigte sich, dass durch die Anwendung des Verfahrens der Bayes'schen Statistik auf die vorliegende Fragestellung möglicherweise ebenfalls eine zielführende Lösung erreicht werden kann. Dieser Ansatz soll weiter verfolgt und gegebenenfalls detaillierter untersucht werden.

AP9: Abschlussbericht

Diskussion der erzielten Ergebnisse. Das Projekt wird mit einem ausführlichen Bericht abgeschlossen.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Ausgehend von den Ergebnissen der kritischen Hinterfragung der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie (AP1) wurde ein Lösungsansatz zur praktischen Umsetzung gewählt (AP2). Dieser basiert auf der Zerlegung gemessener Gamma-Spektren in dessen einzelne Bestandteile. Zu diesen gehören unter anderem die „full energy peaks“ und deren Compton-Spektren sowie Beiträge durch absorbierende und streuende Materialien (z. B. im Detektor, im Kollimator, in den untersuchten Abfallbehältern etc.) inklusive Build-up-Effekten. Die charakteristischen Eigenschaften des eingesetzten Detektorsystems finden bei der Zerlegung des Spektrums ebenso Berücksichtigung, wie die Absorptions- und Streuwirkungsquerschnitte der verschiedenen Materialien.

In einem ersten Schritt zu AP3 werden verschiedene mathematische Modelle zur Trennung der „full energy peaks“ von den restlichen Bestandteilen des Gamma-Spektrums an simulierten und gemessenen Gamma-Spektren getestet. Dies erfolgt unter Verwendung der Programmiersprache MATLAB. Parallel hierzu werden erfolgreich getestete Modelle in das Auswerteprogramm der segmentierten Gamma-Scanner (SGS) bei RCM integriert (AP7).

Die Arbeiten werden von experimentellen Untersuchungen begleitet, die z. B. der Charakterisierung des Einflusses des Build-Up-Effektes dienen, der in Abhängigkeit von unterschiedlichen Absorbermaterialien und -dicken sowie von der Gamma-Energie für ein kollimiertes SGS-Detektorsystem bestimmt wird.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die laufenden Arbeiten werden weiter fortgesetzt. Hauptaugenmerk liegt auf der Verbesserung und Erweiterung der mathematischen Modelle zur Beschreibung der einzelnen Bestandteile von Gamma-Spektren.

Die bislang zu AP1 und AP2 erzielten Ergebnisse werden in kurzen Arbeitsberichten zusammengefasst, welche Eingang in den Abschlussbericht finden werden.

Sobald die Zerlegung von gemessenen Gamma-Spektren in ihre einzelnen Bestandteile (AP2) einen ausreichenden Detaillierungsgrad erreicht hat, wird mit dem inversen Vorgang, der Simulation der Gamma-Spektren (AP3), begonnen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Str., 52428 Jülich		Förderkennzeichen: 02 S 9266A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Entsorgung von radioaktivem Quecksilber und quecksilberhaltigen Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (PROMETEUS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2016 bis 31.05.2019	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 728.115,00 EUR	Projektleiter: Dr. Modolo	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Kooperationspartner Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ) und Aachen Institute for Nuclear Training GmbH (AiNT) haben sich zum Ziel gesetzt ein Entsorgungskonzept für radioaktives Quecksilber und quecksilberhaltige Abfallkontingente zu erarbeiten und zu validieren. Erster Projektabschnitt ist dabei die Inventarisierung und Charakterisierung bestehender nationaler und internationaler Abfallkontingente. Aufgrund der hohen Selbstabschirmung von Quecksilber ist bei der radiologischen Charakterisierung ein an die Aufgabenstellung angepasstes Messprogramm zu entwickeln. Für nationale Quecksilberkontingente soll zielgerichtet ein Dekontaminationsverfahren entwickelt werden, wodurch die enthaltenen Radionuklide separiert werden können und das Quecksilber nachfolgend wieder einer Verwertung oder einem konventionellen Entsorgungspfad für chemotoxische Sonderabfälle zugeführt werden kann. Für die verbleibenden Rückstände bei der Dekontamination soll ein Konditionierungsverfahren für eine endlagergerechte Entsorgung dargelegt werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Arbeitspakete des Gesamtvorhabens, an denen das FZJ beteiligt ist, sind:

- AP1: Codierung der Abfallkontingente
- AP2: Inventarisierung der Abfallkontingente
- AP4: Charakterisierung der Abfallkontingente
- AP5: Experimentelle Untersuchungen für das physikalische oder chemische Konversionsverfahren
- AP6: Vergleich, Bewertung & Auswahl von Dekontaminationsverfahren
- AP7: Anwendung & Optimierung der Dekontaminationsverfahren
- AP8: Konzipierung & Entwicklung des Freigabemessverfahrens
- AP12: Immobilisierung in einer Matrix

An den Arbeitspaketen AP3, AP9, AP10, AP11 und AP13 ist das FZJ nicht beteiligt. Diese Arbeitspakete werden alleine vom AiNT durchgeführt.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Seitens des FZJ wurden im Berichtszeitraum die Arbeitspakete AP1 und AP2 abgeschlossen und die Arbeiten an den AP4, AP5, AP6, AP8 und AP12 begonnen. Zur Vorbereitung auf die experimentellen Arbeiten wurde die benötigte Laborausrüstung des IEK-6 entsprechend den Bedürfnissen für das Projekt überprüft und angepasst. So wurde beispielsweise ein Messgerät zur Überwachung der Quecksilberkonzentration in der Raumluft angeschafft. Weiterhin wurde in Zusammenarbeit mit AiNT ein Detektorsystem konzipiert und bestellt, welches für die Freigabemessungen (AP8) verwendet werden soll.

Von den in den Chemiezellen des FZJ befindlichen Hg-Abfällen wurde das erste Probenmaterial in das Labor des IEK-6 transportiert und im Zuge von AP4 mittels alpha- und gamma-Spektrometrie radiologisch (qualitativ und quantitativ) charakterisiert.

Im Rahmen von AP5 und AP6 wurden seitens FZJ verschiedene mögliche Dekontaminations- und Konversionsverfahren für quecksilberhaltige Abfälle recherchiert, verglichen und bewertet. In einer Machbarkeitsstudie wurde im Labor des IEK-6 eine Mikrodestillationsapparatur aufgebaut und erste Vorversuche zur Destillation von Quecksilber (zunächst mit inaktivem, reinem Quecksilber) durchgeführt. An diese Vorversuche werden sich in Kürze Versuche mit radioaktivem Probenmaterial anschließen. Nach weiteren Vorversuchen zu möglichen Dekontaminationsverfahren (u. a. waschen) wird eine abschließende Auswahl potentiell geeigneter Dekontaminationsverfahren in Abstimmung mit AiNT erfolgen.

Innerhalb von AP12 wurden erste grundlegende Voruntersuchungen zur Immobilisierung von Quecksilber in einer Abfallmatrix, konkret zur Immobilisierung von Quecksilbersulfid in Geopolymerzementen, durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im ersten Halbjahr 2017 sind vom FZJ vertiefende Untersuchungen zu den AP4, AP5, AP6, AP8 und AP12 geplant.

Ein besonderer Fokus wird hierbei auf der weiterführenden, d. h. u. a. der stofflichen Charakterisierung von Probenmaterial (AP4) sowie auf der Bewertung und Auswahl von sinnvoll durchführbaren Dekontaminationsverfahren anhand der erreichten Dekontaminationsfaktoren (AP6) liegen.

Zusätzlich soll im Rahmen von AP5 die Durchführbarkeit der Konversionsverfahren im Labormaßstab detailliert untersucht werden.

Das im Rahmen von AP8 entworfene Detektorsystem soll in Betrieb genommen und ein möglichst universelles Mess- und Freigabeverfahren für radioaktive Quecksilberabfälle getestet und verfeinert werden.

Weiterhin werden tiefergehende Untersuchungen zur Immobilisierung von Hg in einer Matrix durchgeführt (AP12). Hierzu werden insbesondere die Erkenntnisse aus der Literaturrecherche verwertet, um geeignete Matrixmaterialien auszuwählen und zu testen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

J. Kettler et al.: PROcess of Radioactive MErcury Treatment under EU Safety Standards – PROMETEUS, KONTEC 2017, Dresden, 22.-24. März 2017.

Projektsteckbrief PROMETEUS - PROcess of radioactive MErcury Treatment under EU Safety-standards, veröffentlicht auf der Internetseite zum Projekt:

<http://www.nuclear-training.de/prometeus.html>

Zuwendungsempfänger: Aachen Institute for Nuclear Training GmbH (AINT), Cockerillstr. 100, 52222 Stolberg		Förderkennzeichen: 02 S 9266B
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Entsorgung von radioaktivem Quecksilber und quecksilberhaltigen Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (PROMETEUS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2016 bis 31.05.2019	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 381.901,00 EUR	Projektleiter: Dr. Havenith	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Kooperationspartner Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ) und Aachen Institute for Nuclear Training GmbH (AiNT) haben sich zum Ziel gesetzt ein Entsorgungskonzept für radioaktives Quecksilber und quecksilberhaltige Abfallkontingente zu erarbeiten und zu validieren. Erster Projektabschnitt ist dabei die Inventarisierung und Charakterisierung bestehender nationaler und internationaler Abfallkontingente. Aufgrund der hohen Selbstabschirmung von Quecksilber ist bei der radiologischen Charakterisierung ein an die Aufgabenstellung angepasstes Messprogramm zu entwickeln. Für nationale Quecksilberkontingente soll zielgerichtet ein Dekontaminationsverfahren entwickelt werden, wodurch die enthaltenen Radionuklide separiert werden können und das Quecksilber nachfolgend wieder einer Verwertung oder einem konventionellen Entsorgungspfad für chemotoxische Sonderabfälle zugeführt werden kann. Für die verbleibenden Rückstände bei der Dekontamination soll ein Konditionierungsverfahren für eine endlagergerechte Entsorgung dargelegt werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Die Arbeitspakete des Gesamtvorhabens, an denen die AiNT beteiligt ist, sind:

- AP3: Erhebung nationaler & internationaler Abfallkontingente
- AP4: Charakterisierung der Abfallkontingente
- AP6: Vergleich, Bewertung & Auswahl von Dekontaminationsverfahren
- AP8: Konzipierung & Entwicklung des Freigabemessverfahrens
- AP9: Ablaufplanung-Freigabeverfahren
- AP10: Konventionelle Entsorgung
- AP11: Konditionierungskonzept inkl. Ablaufplanung für die avisierte Qualifizierung
- AP13: Verpackungskonzept für endlagergerechte Abfallprodukte

An den Arbeitspaketen AP1, AP2, AP5, AP7 und AP12 ist AiNT nicht beteiligt. Diese Arbeitspakete werden alleine vom FZJ durchgeführt.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Seitens AiNT wurde im Berichtszeitraum an den Arbeitspaketen AP3, AP4, AP6 und AP8 gearbeitet. In AP3 wurden zahlreiche Gespräche mit Ablieferungspflichtigen geführt, um nationale sowie internationale quecksilberhaltige Abfallkontingente zu erfassen und zu spezifizieren. Schriftlich wurden 46 nationale und 57 internationale Ablieferungspflichtige für die Erhebung der Abfallkontingente angeschrieben und informiert. Die Rückmeldungen der Ablieferungspflichtigen wurden ausgewertet. Innerhalb von AP4 wurden Abfallkontingente, die im FZJ lagern, radiologisch charakterisiert. Hierzu wurden Messungen durch FZJ und AiNT durchgeführt und die Ergebnisse dokumentiert. Die Bewertung, die Auswahl und die Durchführung von Dekontaminationsverfahren (AP6) werden primär durch den Projektpartner FZJ durchgeführt. Das FZJ hat die nach Stand von W&T geeigneten Dekontaminationsverfahren vorgestellt. Seitens AiNT wurde begonnen die Verfahren bzgl. einer Eignung im Endlagerungsverfahren bzw. für die Freigabe zu bewerten.

Innerhalb von AP8 wurde seitens AiNT eine Messanlage zur gammaspektrometrischen Analyse von radioaktiven Quecksilberproben ausgelegt. Die Messanlage besteht aus zwei semiplanaren HPGe-Detektoren (rel. Effizienz von 20 %), die auf einem gegenläufigen Linearführungssystem montiert sind. Zwischen den beiden HPGe-Detektoren befindet sich die Quecksilberprobe. Die Messanlage erlaubt es Quecksilberproben mit verschiedenen Volumina zu messen. Mittels MCNP wurden Simulationsstudien durchgeführt, um die Erkennungs- und Nachweisgrenzen der Messanlage gemäß DIN ISO 11929 in Abhängigkeit der Probengröße zu bestimmen. Anhand dieser Werte kann das Messanlagendesign für radionuklidspezifische Freigabemessungen bewertet werden. Die bisherigen Arbeiten befinden sich innerhalb der Planungsvorgaben des Antrags.

4. Geplante Weiterarbeiten

Im ersten Halbjahr 2017 werden die Arbeitspakete AP3, AP6 und AP8 weiterbearbeitet.

Weitere Rückmeldungen von Ablieferungspflichtigen werden ausgewertet, um die Erhebung der quecksilberhaltigen Abfallkontingente zu vervollständigen (AP3).

Nach Durchführung von ersten Dekontaminationsversuchen (z. B. Vakuumdestillation) werden die Ergebnisse bewertet (AP6). Die Bewertung erfolgt über die Bestimmung der Dekontaminationsfaktoren.

Innerhalb von AP8 wird im Frühjahr 2017 die konzipierte gammaspektrometrische Messanlage zunächst experimentell mittels Kalibrierquellen validiert und nachfolgend den Testbetrieb aufnehmen. Mittels der Messanlage kann das gammaspektrometrisch nachweisbare Radionuklidinventar von Quecksilberproben bestimmt werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Dr. Kettler, Klaß, Dr. Modolo et al.: PROcess of Radioactive MErcury Treatment under EU Safety Standards – PROMETEUS, KONTEC 2017, Dresden, 22.-24. März 2017.

Alicia Marcos Jiménez, Andreas Havenith, John Kettler, Marius Hirsch: Design and validation of a measurement facility adapted to the radiological characterization of mercury-containing waste, 26. Seminar Aktivierungsanalyse und Gammaskopie (SAAGAS 26), Wien, 20.-22. Februar 2017.

Projektsteckbrief PROMETEUS - PROcess of radioactive MErcury Treatment under EU Safety-standards veröffentlicht auf der Internetseite zum Projekt:

<http://www.nuclear-training.de/prometeus.html>

Dr. John Kettler et al.: Process of Radioactive Mercury Treatment and Handling for Elimination under Safety-Standards – PROMETEUS, 47th Annual Meeting on Nuclear Technology, Hamburg, 10.-12. Mai 2016.

Zuwendungsempfänger: Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 400, 01328 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 9276A
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2016 bis 31.05.2019	Berichtszeitraum: 01.06.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 227.868,00 EUR	Projektleiter: Dr. Raff	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist es, einen Beitrag zur Strahlenschutz-Vorsorge zu leisten, indem untersucht werden soll, inwiefern auf der Basis eingebrachter mycelbildender Pilze eine schnelle, stabilere und quantitativ hohe Akkumulation von Radionukliden aus tieferliegendem Erdreich und aus Wässern im Myzel zum Schutze der Umwelt (FSU, HZDR, VKTA) und zum Schutze von Nutzpflanzen (HZDR, IRS) möglich ist. Weiterhin sollen die dafür benötigten Analyseverfahren zur Bestimmung der Radionuklidspeziation in den Matrizen Boden, Wasser, Pilz (VKTA, IRS, HZDR) und Pflanze (IRS, HZDR) verbessert und Korrelationen zwischen der Radionuklidspezies und der -aufnahme untersucht werden. Weitere Aufgaben sind die Analysen der Bioverfügbarkeit der Radionuklide im Boden vor und nach dem Pilzwachstum sowie die Bilanzierung der gebundenen Radionuklide. Aufbauend auf die im Rahmen von Vorläuferprojekten erlangten Erkenntnisse zur Aufnahme von Radionukliden (Uranaufnahme FKZ 02S8517) soll durch Grundlagenforschung, über anwendungsorientierte Laboruntersuchungen bis hin zu praxisnahen Verfahrensansätzen das Ziel in Form einer Machbarkeitsstudie erreicht werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP2.4: Fixierung des Pilzkörpers
- AP3: Literaturrecherche & Auswahl Nutzpflanzen
- AP6.4: Radionuklidspeziation in den Böden
- AP7.2: Radionuklidbilanzierung Boden-Pilz
- AP7.3: Speziationsuntersuchungen Boden und Pilz
- AP7.4: Bewertung der Ergebnisse
- AP9.4: Speziationsuntersuchungen Boden und Pflanze
- AP11.3: Metall-/Radionuklidtransport in Hyphen
- AP13.3: Untersuchung der Bodendurchdringung des Pilzes im Freilandversuch
- AP14: Projektmanagement und Berichtswesen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP3: Literaturrecherche und Auswahl der Pilze (AP1) und Nutzpflanzen: Die Literaturrecherche wurde erfolgreich von allen Projektpartnern abgeschlossen und entsprechende Pilze

(*Schizophyllum commune* und *Leucoagaricus naucinu*) sowie Pflanzenarten (Winterroggen, Kartoffelpflanze) ausgewählt. Damit wurden die Meilensteine 1 und 2 fristgerecht erreicht.

Die Arbeiten und Erfahrungen der FSU Jena (AP2.1) wurden und werden genutzt, um die ausgewählten Pilzarten für die Metallbindungsexperimente und Speziationsuntersuchungen im Kleinstmaßstab zu kultivieren.

Die Arbeiten des VKTA (AP2.2, AP2.3) wurden unter Berücksichtigung mikrobiologischer Aspekte begleitet und wo nötig unterstützt.

AP6.4: Radionuklidspeziation in den Böden: Durch die vorgezogene Bearbeitung der Arbeitspakete 7.2 und 7.3 verschiebt sich der Arbeitsbeginn von AP6.4 geringfügig.

AP7.2: Radionuklidbilanzierung Boden-Pilz: Zunächst wurden grundlegende Untersuchungen zur Radionuklidbindung von Pilzen mit Uran und Europium in Abhängigkeit von den Ausgangsbedingungen in Lösung durchgeführt. In Abhängigkeit von der Kontaktzeit zwischen Metall und Pilzbiomasse wurde beobachtet, dass die Bindung sowohl für U(VI) als auch für Eu(III) über einen zweistufigen Mechanismus erfolgt: eine schnelle Bindung (Biosorption) und eine langsamere Bindung (Bioakkumulation). Die ausgewählten Pilzarten zeigen ein unterschiedliches Bindungsverhalten gegenüber Uran und Europium, das zum Teil pH-Wert abhängig ist. Die U(VI)-Bindung von *L. naucinus* findet bevorzugt bei höheren pH-Werten statt, wohingegen die Eu(III)-Bindung pH-unabhängig ist. *S. commune* zeigt eine höhere U(VI)-Bindungskapazität bei niedrigeren pH-Werten. Europium wird dagegen bevorzugt im höheren pH-Bereich gebunden. Allgemein binden die Pilze bei pH = 5 gleiche Mengen Uran, jedoch kann *S. commune* 10-mal mehr Europium binden als *L. naucinus*. Betrachtet man die Abhängigkeit der Bindungskapazität von der eingesetzten Metallkonzentration in der Lösung, so nimmt die gebundene Uranmenge mit steigender Metall-Ausgangskonzentration bei beiden Pilzen zu. Anders als bei *S. commune* ist die Eu(III)-Bindung bei *L. naucinus* unabhängig von der eingesetzten Metallkonzentration. Bei Variation der eingesetzten Biomasse bindet *S. commune* mit steigender Biomasse prozentual weniger U(VI), aber mehr Eu(III). Im Gegensatz dazu nimmt bei *L. naucinus* die prozentuale U(VI)-Bindung mit steigender Biomasse zu, jedoch bleibt die Eu(III)-Bindung konstant.

AP7.3: Speziationsuntersuchungen Boden und Pilz: Im Rahmen von Untersuchungen zur Radionuklidspeziation in Pilzen bei unterschiedlichen Metallausgangskonzentrationen in der Lösung wurden mittels TRLFS bei RT unterschiedliche Funktionalitäten identifiziert, die für die Metallbindung verantwortlich sind (*S. commune* - hauptsächlich Bildung von Uranylphosphatspezies; *L. naucinus* - bevorzugt Bildung von Uranylcarboxylatspezies).

4. Geplante Weiterarbeiten

Zeitnah erfolgen weiterführende Arbeiten zur Untersuchung der Radionuklidbindung an der Pilzbiomasse mit Cs und Sr bei unterschiedlichen experimentellen Bedingungen (Kontaktzeit, pH-Wert, Metallkonzentration, Biomassenkonzentration). Des Weiterem sollen TRLFS-Speziationsuntersuchungen mit Eu (bei RT) und U(VI) (bei TT) durchgeführt werden. Außerdem sind Experimente zur Fixierung der Pilzkörper mit Glutardialdehyd zum Zwecke ihrer Rückgewinnung und die Kultivierung von einzelnen Hyphen zur Untersuchung des Metall-/Radionuklidtransportes innerhalb einer Hyphe geplant.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Wollenberg, A., Günther, A., Raff, J. (2016): Molecular interactions of *Leucoagaricus naucinus* with uranium(VI) and europium(III). HZDR Annual Report (in preparation)

Zuwendungsempfänger: VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 400, 01328 Dresden		Förderkennzeichen: 02 S 9276B
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvor- sorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2016 bis 31.05.2019	Berichtszeitraum: 01.06.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 221.508,00 EUR	Projektleiter: Dr. Brockmann	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des Vorhabens ist es, einen Beitrag zur Strahlenschutz-Vorsorge zu leisten, indem untersucht werden soll, inwiefern auf der Basis eingebrachter mycelbildender Pilze eine schnelle, stabilere und quantitativ hohe Akkumulation von Radionukliden aus tieferliegendem Erdreich und aus Wässern im Mycel möglich ist. Aufbauend auf die im Rahmen von Vorläuferprojekten erlangten Erkenntnisse soll durch Grundlagenforschung, über anwendungsorientierte Laboruntersuchungen bis hin zu praxisnahen Verfahrensansätzen das Ziel in Form einer Machbarkeitsstudie erreicht werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Forschungsvorhaben umfasst folgende Teilaufgaben:

- Beschaffung und Bereitstellung von inaktiven und kontaminierten Boden aus einem Sanierungsvorhaben des VKTA (AP6)
- Beschaffung, Aufbau und Testung des Säulenversuchsstandes (AP2)
- Durchführung von Säulenversuchen unter Bedingungen der Aerationzone zur Abschätzung der Wachstumsgeschwindigkeit sowie Optimierung der Wachstumsbedingungen für zwei Pilzarten (AP2)
- Durchführung von Säulenversuchen unter Bedingungen wie etwa in der Aerationzone mit min. 2 Bodenarten unter Variation von Parametern; Radionuklidanalytik für die Pilzuntersuchungen; Analytische Auswertung und Bewertung der Ergebnisse; Studium des Radionuklidtransfers und der räumlichen Mycelausdehnung (AP7 + AP8)
- Untersuchung des Transfers von Radionukliden in die oberirdischen Fruchtkörper der Pilze unter Verwendung von Pilzballen; Radionuklidanalytik der Fruchtkörper (AP11 + AP8)
- Konzipierung, Herstellung und Testung von Pilzkompositmaterialien; Durchführung von Laborversuchen zur Reinigung einer mit Radionukliden kontaminierten Abwasserlösung und Radionuklidanalytik (AP12 + AP8)

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Gewinnung der nicht kontaminierten Bodenprobe aus VKTA Sanierungsgebiet. Boden wurde in entsprechender Tiefe abgebagert und anschließend radiologisch freigemessen. Nach lufttrocknen der Bodenprobe wurde diese gesiebt und gemischt, um einen möglichst homogenen Boden für die Experimente mit den Pilzen und den Pflanzen zur Verfügung zu haben. Ein Teil davon wurde außerdem gammasterilisiert, um Fremdbewuchs in den Experimenten zu verhindern. (AP6)
- Erste Vorversuche in Kooperation mit den Kollegen vom HZDR mit einer einfachen Testsäule und dem nicht-kontaminierten Boden zum Versuchsaufbau, -ablauf, Belüftung und Bewässerung. Erkenntnisse, vor allem bzgl. Bewässerung und Belüftung des Bodens in der Testsäule, wurden zur Weiterentwicklung geeigneter Versuchssäulen herangezogen. (AP2)
- Planung und Konzeption eines Säulenversuchsstandes zusammen mit dem Nachauftragnehmer (IKTS). (AP2)

4. Geplante Weiterarbeiten

- Weitere Vorversuche mit den einfachen Testsäulen zum Beimpfen des Bodens in der Säule und zum Pilzwachstum in der Säule. Entsprechend Optimierung der Versuchsabläufe und des Pilzwachstums (z. B. durch Parametervariation bzgl. Nährlösung, Temperatur usw.). (AP2)
- Bei entsprechendem Pilzwachstum in den Testsäulen sollen Versuche zur Trennung von Boden und Pilzmaterial durchgeführt werden. Dabei soll die Aufbereitung des biologischen Materials für nachfolgende radiochemische Analysen, wie sie später bei den Säulenversuchen mit kontaminiertem Boden bzw. unter Verwendung von Tracerlösungen durchgeführt werden sollen, im Focus stehen. (AP2)
- Säulenversuche mit nicht-kontaminierten Boden und zunächst einer Pilzart – bei gutem Wachstum Zugabe von Tracerlösung und Test der Analytik. (AP2 + AP7 + AP8)
- Bereitstellung des kontaminierten Bodens aus einem VKTA-Sanierungsprojekt. Sortierung von Boden nach Kontamination, Siebung und Homogenisierung sowie radioanalytischer Untersuchung. (AP6)

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena		Förderkennzeichen: 02 S 9276C
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2016 bis 31.05.2019	Berichtszeitraum: 01.06.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 307.573,20 EUR	Projektleiter: Prof. Kothe	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Es soll ermittelt werden, ob und wie das Potenzial mycelbildender Pilze genutzt werden kann, um Kontaminationen zu immobilisieren. Bei Pilzen kann zum einen ein starker Transfer in den Fruchtkörper erfolgen, zum anderen aber eine Retention im Myzel beobachtet werden. Hierdurch wird eine Migration aber auch eine Aufnahme in gegebenenfalls angebaute Nutzpflanzen reduziert oder verhindert. Ziel der mikrobiologischen Arbeiten an der FSU Jena ist es, die Pilze und ihre Möglichkeiten gezielt in der Zusammenarbeit mit den Projektpartnern zu charakterisieren um aus dem Verständnis des Verhaltens ausgewählter Radionuklide in der Geo- und Biosphäre ein Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge oder gegebenenfalls sogar zur Sanierung zu entwickeln. Für solche späteren Anwendungen sollen einerseits die Inokulation mit dem Pilz, aber auch eine Fixierung der Mycelien auf einer zu entwickelnden, wachstumsfördernden Unterlage geprüft werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Im Rahmen des Projektes werden Pilze auf ihre Leistungen im Sinne der Radionuklidimmobilisierung untersucht.

- AP1: Literaturrecherche, Auswahl und Festlegung der für die Matrices Erdreich und Abwasser aussichtsreichsten Pilzarten sowie kontinuierliche Aktualisierung der Literatur
- AP2: Kultivierung der ausgewählten Pilzarten
- AP7: Durchführung von Säulenversuchen zum Radionuklidtransfer Boden-Pilzmycel
- AP10: Bestimmung der mikrobiellen Diversität über 16S rDNA- bzw. ITS-Sequenzanalysen
- AP11: Untersuchung des Transfers von Radionukliden in die oberirdischen Fruchtkörper der Pilze unter Verwendung von Pilzballen
- AP12: Beteiligung an der Konzipierung, Herstellung und Testung von Pilzkompositmaterialien
- AP13: Beteiligung an Freilandversuch mit Pilzen, Pflanzen und Pilz + Pflanze

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Ausgehend von einer umfangreichen Literaturstudie konnten Pilzarten in einem Bewertungsschema dargestellt und 2 geeignete Arten für das Projekt ausgewählt werden. *Leucoagaricus* und *Schizophyllum* erscheinen besonders geeignet, da sie als Saprotrophe gut angezogen werden können und sehr gute Radionuklidsorptions- und -resistenzeigenschaften besitzen
- AP2: Die Kultivierung der ausgewählten Pilzarten im Kleinstmaßstab auf festen und flüssigen Medien konnte etabliert werden

4. Geplante Weiterarbeiten

Nach Abschluss der Kultivierung soll insbesondere AP7 begonnen werden.

- AP7: Durchführung von Säulenversuchen zum Radionuklidtransfer Boden-Pilzmycel
- AP10: Bestimmung der mikrobiellen Diversität über 16S rDNA- bzw. ITS-Sequenzanalysen
- AP11: Untersuchung des Transfers von Radionukliden in die oberirdischen Fruchtkörper der Pilze unter Verwendung von Pilzballen
- AP12: Beteiligung an der Konzipierung, Herstellung und Testung von Pilzkompositmaterialien
- AP13: Beteiligung an Freilandversuch mit Pilzen, Pflanzen und Pilz + Pflanze

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 9276D
Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2016 bis 31.05.2019	Berichtszeitraum: 01.06.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 416.504,40 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Steinhauser	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Verbundprojektes BioVeStRa sollen Pilze und Pflanzen mit einem hohen Anwendungspotenzial für ein Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge nach der Freisetzung von Radionukliden identifiziert werden. Hierbei wird untersucht, ob und in welchem Maße der gezielte Einsatz bodenlebender Pilze dabei helfen kann, mittellanglebige Radionuklide (besonders Sr-90 sowie Cs-137, Am-241 u. A.) auf kontaminierten Böden nachhaltig zu immobilisieren.

Bei dem interdisziplinären Projekt handelt es sich um eine Kooperation des Instituts für Radioökologie und Strahlenschutz der Universität Hannover, dem Institut für Mikrobiologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena, dem Institut für Ressourcenökologie am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, der VKTA Dresden-Rossendorf und der State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Kiev.

Ein Schwerpunkt des IRS ist dabei die Durchführung von Topfexperimenten mit Pflanzen und Pilzen in laboreigenen Klimaschränken sowie, in Kooperation mit unseren Partnern in Kiev, die Betreuung eines Testfeldes in der Sperrzone von Tschernobyl. Des Weiteren bringt das IRS seine umfangreiche Kompetenz auf den Gebieten der Radioanalytik und orts aufgelösten Massenspektrometrie ein, um – neben der Beurteilung der Anwendbarkeit des entwickelten Verfahrens – umfangreiche Grundlagenkenntnisse über den Einfluss von Bodeneigenschaften und Biodiversität auf die Radionuklidspeziation in Böden sowie den genauen Mechanismus der Radionuklidaufnahme durch Pilze zu gewinnen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP3: Literaturrecherche Pflanzen
- AP4: Kultivierung der Pflanzen
- AP5: Tracerlösung
- AP6: Beschaffung/Charakterisierung kontaminierter Böden
- AP7: Säulenversuche zum RN-Transfer Boden-Pilzmycel
- AP9: Topfversuche mit Pflanzen
- AP10: Bestimmung der mikrobiellen Diversität
- AP13: Freilandversuche mit Pilzen, Pflanzen und Pilz-Pflanze

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP3: Die verfügbare Literatur wurde gesichtet und eine Literaturdatenbank erstellt.
- AP4: Kartoffeln und Winterroggen wurden als Referenzpflanzen ausgewählt und in Klimaschränken auf Refesol 04 angepflanzt um die Rahmenbedingungen für das Wachstum bei späteren Versuchen mit Kontamination zu optimieren.
- AP5: Es wurden Vorexperimente zur Sorptionskinetik von Sr-85 auf den verwendeten Böden durchgeführt, um dessen Eignung als Tracer zu verifizieren. Die Sorption ist nach 7-14 Tagen im Equilibrium, so dass eine Verwendung des kurzlebigen Sr-85 (HWZ = 64,8d) möglich ist.
- AP6.1: Es wurden Referenzboden (Refesol 04), Boden des Kooperationspartners VKTA, vom Standort des ehemaligen Forschungsreaktors Rossendorf sowie Boden aus der Sperrzone von Tschernobyl („CEZ“) zur Charakterisierung sowie als Grundlage für die Laborexperimente in Klimaschränken beschafft.
- AP6.2: Die bodenkundliche Charakterisierung der verwendeten Böden ist in Arbeit.
- AP6.4: Es wurden Untersuchungen zur Sorptionskinetik von Sr-85 auf den verwendeten Böden („VKTA“, „CEZ“ und Refesol 04) durchgeführt. Des Weiteren wurden sequentielle Extraktionen an Böden vom Tschernobyl-Testfeld durchgeführt.
- AP13: Das Testfeld in der Sperrzone wurde abgesteckt und Proben genommen. Basierend auf unseren Vorgaben wird, unter Aufsicht unseres Kooperationspartners in Kiev, das Testfeld urbar gemacht und ein fester Zaun installiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP3: Neu erscheinende Literatur wird gesichtet und in die Literaturdatenbank eingepflegt.
- AP5: Tracer-Lösung wird den Kooperationspartnern kurzfristig, bei Bedarf zur Verfügung gestellt.
- AP6.1: In einer weiteren Exkursion im Mai 2017 soll zusätzliches Probenmaterial beschafft werden.
- AP6.2: Abschluss der bodenkundlichen Charakterisierung.
- AP6.4: Radioanalytik der gewonnenen Extrakte.
- AP9: Der Einfluss des Einsatzes der Pilzkulturen auf die Bioverfügbarkeit von Radionukliden wird in Topfexperimenten in den Klimaschränken unseres Labors überprüft.
- AP13: Im Rahmen der Exkursion im Mai sollen erste Pflanzen in der Tschernobyl-Sperrzone gepflanzt und teilweise mit Pilzsporen beimpft werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover		Förderkennzeichen: 02 S 9286
Vorhabensbezeichnung: Kontakterosives Abrichten mehrschichtiger Seilschleifwerkzeuge für die Stahlbeton- und Stahlbearbeitung (KESS)		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2016 bis 31.08.2019	Berichtszeitraum: 01.09.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 512.976,00 EUR	Projektleiter: Prof. Dr. Denkena	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Ziel des beantragten Forschungsvorhabens ist es, mehrschichtige Schleifperlen für das Seilschleifen im Rückbau kerntechnischer Anlagen zu qualifizieren und die Zerlegung der Anlagen produktiver zu gestalten. Aufgrund des fehlenden Selbstschärfeffekts kommen im Gegensatz zur Gesteinsbearbeitung bei der Trennung von Metall lediglich einschichtige Schleifperlen zum Einsatz. Mehrschichtige Perlen haben aufgrund der Mehrzahl an Kornlagen Standortvorteile, müssen jedoch bei der Metallbearbeitung gezielt abgerichtet werden. Aufgrund der Metallbindung der Perlen bietet sich hierfür das kontaktersive Abrichten (ECDD - Electro Contact Discharge Dressing) an. Mit diesem Verfahren kann die Bindung zurückgesetzt werden, sodass neue, scharfe Körner in den Eingriff gelangen. Die Leistungsfähigkeit des Seilschleifens beim trockenen Einsatz an metallischen Strukturen soll auf diese Weise erhöht werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Anforderungsprofil ECDD-Einheit
Es werden zunächst die Rahmenbedingungen definiert, die beim Einsatz des kontaktersiven Schärfverfahrens für das Seilschleifen metallischer Strukturen zu beachten sind.
- AP2: Entwicklung, Bau und Applikation der ECDD-Einheit
Darauf aufbauend folgt die Entwicklung, Konstruktion und der Aufbau der kontaktersiven Abrichteinheit.
- AP3: Inbetriebnahme, Stellgrößenuntersuchungen
Bei der Inbetriebnahme werden die Einflüsse der Schärfprozessstellgrößen auf das Abrichterergebnis untersucht.
- AP4: Vergleichs- und Einsatzuntersuchungen
Bestimmung des Einsatz- und Standverhaltens von konventionellen einschichtigen sowie mittels ECDD geschärften mehrschichtigen Werkzeugen.
- AP5: Spezifikation und Herstellung des Prototyps
Über Anpassungen der Bindungszusammensetzung der Schleifperlen wird versucht, die Effektivität des ECDD zu steigern und ein optimales Abrichterergebnis zu erzielen.
- AP6: Prototypische Umsetzung der Ergebnisse
Abschließend wird das neue Verfahren an im Rückbau üblichen Stahlwerkstoffen eingesetzt und mit einem konventionellen Seilschleifprozess verglichen.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Es wurden zunächst die Rahmenbedingungen definiert, die beim Einsatz des kontaktersiven Schärfverfahrens für das Seilschleifen metallischer Strukturen zu beachten sind. Dazu wurden die an die Schärfeinheit zu stellenden Anforderungen systematisch in einer Anforderungsliste zusammengefasst und in sechs Kategorien unterteilt. Diese umfassen 22 Anforderungen an den Prozess, die Prozesssicherheit, die Montage, die Bedienbarkeit, die Konstruktion und die zu erwartenden Kosten. Anhand dieser Anforderungen wurden fünf Konzepte für die Zuführung der Elektroden entwickelt und einer technischen Bewertung nach VDI-Richtlinie 2225 unterzogen. Die Überführung der Konzepte in eine Bewertungsmatrix ergibt die jeweilige technische Wertigkeit als Ergebniswert. Eine technische Wertigkeit von über 0,8 gilt dabei als sehr gut. Das Konzept mit der Elektrodenzuführung über Linearschlitten der Fa. PI – Physik Instrumente GmbH & Co. KG erreicht mit einer technischen Wertigkeit von 0,83 den besten Wert und wurde für den weiteren Projektverlauf ausgewählt.
- AP2: Für Untersuchungen zum gleichmäßigen Abrichten der Seilschleifperlen auf dem gesamten Umfang ist eine radiale Anordnung von bis zu vier Elektroden geplant. Hierfür wurden die nötige Anzahl an Lineareinheiten und eine entsprechende Steuereinheit bestellt. Für die Montage in der Maschine wurden Konzeptzeichnungen erstellt, die eine 180 °-, 120 °- und 90 °-Anordnung von zwei, drei oder vier Elektrodenzuführeinheiten ermöglichen.
- Da starke Seilsschwingungen den kontaktersiven Abrichtprozess behindern würden, wurde zudem eine Führung des Seils kurz vor und hinter der Abrichteinheit konstruiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP2: Im ersten Halbjahr 2017 werden die finale Konstruktion und der Bau der ECDD-Abrichteinheit fokussiert. Die hierfür benötigten Antriebskomponenten der Fa. PI - Physik Instrumente sind bestellt.
- AP3: Außerdem werden erste Grundlagenversuche zur Stromführung beim kontaktersiven Abrichten von Seilschleifperlen durchgeführt. Die dafür benötigten Elektroden wurden durch die Fa. GTD Graphit Technologie GmbH zur Verfügung gestellt.
- AP4: Im zweiten Quartal werden Referenzversuche zu Standzeiten und Einsatzverhalten von ein- und mehrschichtigen Seilschleifwerkzeugen durchgeführt, um die Grundlagen für AP4 zu erarbeiten.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

Zuwendungsempfänger: Helmholtz Zentrum München, Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Postfach 11 29, 85758 Oberschleißheim		Förderkennzeichen: 02 S WM2013
Vorhabensbezeichnung: Wissensmanagement von Altdokumenten aus Forschung, Verwaltung und Betrieb		
Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen		
Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2013 bis 31.05.2018	Berichtszeitraum: 01.07.2016 bis 31.12.2016	
Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 7.169.856,00 EUR	Projektleiter: Dr. Eck	

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Die Frage nach „Stand von Wissenschaft und Technik“ als Grundlage sämtlicher Entscheidungen für Perspektiven und Entwicklungen in unserer Gesellschaft, insbesondere politisch motivierter Entscheidungen, setzt voraus, dass diese Wissensstände bekannt sind. Hierzu ist es erforderlich, dass man die zugehörigen Forschungsarbeiten mit ihren verschiedensten Inhalten kennt und auf deren Ergebnisse aufbaut.

Da Forschung seit vielen Jahrzehnten betrieben wird, haben sich im Laufe der Jahre sehr viele Wissenschaftler mit ihren Fachthemen befasst und die Ergebnisse veröffentlicht. Durch die Vielzahl ist jedoch eine inhaltliche Analyse auf manuellem Wege nur unzureichend durchführbar. Als effektivste Lösung bietet sich die computerorientierte Analyse an. Da diese für wissenschaftliche Disziplinen bisher zumeist auf Grundlage von Schlagwortverzeichnissen und händisch eingetragenen Analysen stattfindet, soll mit dieser Arbeit der digitalen Analyse ein neuer Weg beschritten werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Ziel ist es, unter Zuhilfenahme einer Software digitalisierte größere Altaktenbestände zu analysieren. Als Datengrundlage dienen die Altakten des 21. Parlamentarischen Untersuchungsausschusses des Niedersächsischen Landtages, die im Rahmen des Projektes digitalisiert wurden.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil besteht darin, noch existierende wissenschaftliche Arbeiten und Gutachten bezüglich der Schachanlage Asse II zusammenzutragen und digital zur Verfügung zu stellen. Im Rahmen des Projekts sollen diese analysiert werden, wobei sowohl Zeitplan als auch Kosten über den Umfang entscheiden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Inzwischen hat sich herausgestellt, dass die genaue Anzahl von Gutachten, Berichten und Vorträgen nicht, wie damals angenommen, bei ca. 2000 Dokumenten liegt, sondern ca. 1350 umfasst. Dies ist darin begründet, dass durch Doppelnennungen, unterschiedliche Benennung identischer Unterlagen und unterschiedliche Herausgeberschaften nicht klar zu erkennen war, dass es sich um dieselben Dokumente handelt. Mittlerweile ist die Software in einer ersten Version im Einsatz, wodurch die Doppelungen erkannt, markiert und ausgeschlossen werden können.

Erste Erfahrungen zeigen, dass sich die Beschaffung insbesondere älterer Unterlagen schwierig gestaltet, da die Verfügbarkeit nicht durchgängig gegeben ist. Hinsichtlich der Beschaffung weiterer Unterlagen wurden Gespräche mit BfS, LBEG, GRS, Asse-GmbH und weiteren Einrichtungen geführt. Inzwischen ist der Bestand der Unterlagen durch das Zusammenführen in einem zentralen Archiv bei diesem Projekt umfangreicher, als in den Archiven der genannten wissenschaftlichen Einrichtungen. Vorgesehen ist, dass zukünftig diese Literatursammlungen öffentlich finanzierter Projekte, allen interessierten Behörden sowie Forschungseinrichtungen digital zur Verfügung gestellt werden.

Von den vorhandenen Gutachten wurden einige relevante Grundsatzgutachten exemplarisch manuell ausgewertet. Des Weiteren ist geplant, die Ergebnisse mit der softwaregestützten Analyse zu vergleichen.

Die Entwicklung der Basisversion Briefkopf-Klassifikation und die Dokumenten-Klassifikation sind weiterhin in Arbeit. Die Demo-Version des Textanalyse-systems wurde seit Mai getestet. Mit der Entwicklung weiterer Programmbausteine wurde im Herbst begonnen, erste Prototypen befinden sich in der Testphase.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Arbeiten der Uni Leipzig hinsichtlich Dokument-Merging, Dokumentenklassifikation und Informationsextraktion werden fortgeführt und in die Dokumentenprozessierung implementiert.

Die derzeit noch fehlenden Gutachten, Berichte und Vorträge werden im Rahmen der Möglichkeiten beschafft, um eine komplette Literatursammlung bezüglich der Forschung, die durch Dritte für die Asse II bzw. durch das Institut für Tieflagerung (IfT) durchgeführt wurde, zu erstellen. Im Rahmen der Literaturbeschaffung findet eine enge erfolgreiche Zusammenarbeit mit den entsprechenden Einrichtungen statt. Zu nennen sind hier beispielhaft BfS, GRS, LBEG, Asse-GmbH, HMGU, Universitätsbibliotheken, Landesarchive usw. Weitere wissenschaftlich arbeitende Einrichtungen werden aktuell und zukünftig zur Erweiterung der Datenbestände eingebunden.

Die Analyse der wissenschaftlichen Arbeiten wird wie vorgesehen weiter fortgeführt. Die Ergebnisse sollen zusammenfassend publiziert werden. Im weiteren Verlauf des Projekts werden Wege aufgezeigt, das Analyseverfahren auf andere Fachdisziplinen übertragen zu können. Weitergehende Anregungen hierzu kamen beispielhaft aus den Bereichen Deponietechnik, Medizin, Jura, Bibliotheken und Behörden sowie Politik.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Master-Arbeit:

„Metadatenextraktion aus retrodigitalisierten Altakten“; Noack, Robert, Universität Leipzig, in Erstellung

„SVM-basierte Rekonstruktion und Klassifizierung von Dokumenten auf einem Korpus eingescannter Einzelseiten“; Pressler, Benedict, Universität Leipzig, in Erstellung

„Identifikation von Korrespondenzen in einem Korpus aus Altdokumenten der Fachdomäne Endlagerung“; Otto, Wolfgang, Universität Leipzig, angenommen September 2016

Promotion:

„Anwendungen der Levenshtein-Distanz auf Basis von LevenshteinUltra“, Laub, Sören; Universität Leipzig, in Erstellung

1.3 Forschungsstellen

- | | | |
|-------------|---|----|
| | Aachen Institute for Nuclear Training GmbH (AINT), Cockerillstr. 100, 52222 Stolberg | |
| 02 S 9266B | Verbundprojekt: Entsorgung von radioaktivem Quecksilber und quecksilberhaltigen Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (PROMETEUS) | 54 |
| | AREVA GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen | |
| 02 S 9113B | Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR) | 28 |
| | Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Christian-Albrechts-Platz 4, 24118 Kiel | |
| 02 S 9082C | Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen | 12 |
| | Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich | |
| 02 S 9266A | Verbundprojekt: Entsorgung von radioaktivem Quecksilber und quecksilberhaltigen Reststoffen aus dem Rückbau kerntechnischer Anlagen (PROMETEUS) | 52 |
| | Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V., Hansastr. 27c, 80686 München | |
| 02 S 9154 | Verfahrensoptimierung mit Maßstabsvergrößerung zur Volumenreduktion/Beseitigung C-14-belasteter flüssiger Abfälle mittels elektrochemischer Totalmineralisation der organischen Inhaltsstoffe | 34 |
| | 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 | 10 |
| | Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena | |
| 02 S 9194 | Umsetzung von Schwermetall-Landfarming zur nachhaltigen Landschaftsgestaltung und Gewinnung erneuerbarer Energien auf radionuklidbelasteten Flächen (USER) | 38 |
| 02 S 9276C | Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa) | 60 |
| | Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 400, 01328 Dresden | |
| 02 S 9276A | Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa) | 56 |
| | Helmholtz Zentrum München Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH), Postfach 11 29, 85758 Oberschleißheim | |
| 02 S WM2013 | Wissensmanagement von Altdokumenten aus Forschung, Verwaltung und Betrieb | 66 |
| | HERRENKNECHT AKTIENGESELLSCHAFT, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau | |
| 02 S 9093B | Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) | 20 |

Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung, Einsteinstr. 20, 85521 Ottobrunn

- | | | |
|-------------------|---|------|
| 02 S 9215C | Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS) | 📖 44 |
|-------------------|---|------|

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

- | | | |
|-------------------|---|------|
| 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) | 📖 6 |
| 02 S 9093A | Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) | 📖 18 |
| 02 S 9113A | Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR) | 📖 26 |
| 02 S 9225A | Magnet-Separation von Korngemischen zur Minimierung von Sekundärabfällen im Rückbau kerntechnischer Anlagen (MASK) | 📖 46 |

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

- | | | |
|-------------------|--|------|
| 02 S 9093D | Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) | 📖 24 |
|-------------------|--|------|

Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover

- | | | |
|-------------------|--|------|
| 02 S 9093C | Verbundprojekt: Definierter Abtrag hochbewehrter Stahlbetonstrukturen (DefAhS) | 📖 22 |
| 02 S 9134 | Angepasstes Seilschleifen komplexer, metallischer Strukturen (Seko-met) | 📖 32 |
| 02 S 9184 | Betondekontamination mittels Trockeneisstrahlens zum Rückbau von Gebäudestrukturen im kerntechnischen Bereich (BeDeKo) | 📖 36 |
| 02 S 9276D | Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa) | 📖 62 |
| 02 S 9286 | Kontakterosives Abrichten mehrschichtiger Seilschleifwerkzeuge für die Stahlbeton- und Stahlbearbeitung (KESS) | 📖 64 |


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 | 📖 14 |
| 02 S 9082E | Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen | 📖 16 |
| 02 S 9225B | Magnet-Separation von Korngemischen zur Minimierung von Sekundärabfällen im Rückbau kerntechnischer Anlagen (MASK) | 📖 48 |


Technische Universität Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 6, 09599 Freiberg

- | | | |
|-------------------|---|------|
| 02 S 9215B | Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS) | 📖 42 |
|-------------------|---|------|


Technische Universität Clausthal, Adolph-Roemer-Str. 2a, 38678 Clausthal-Zellerfeld
--

- 02 S 9082A** Verbundprojekt: Bildung einer Forschungsplattform Entsorgungsoptionen für radioaktive Reststoffe: Interdisziplinäre Analysen und Entwicklung von Bewertungsgrundlagen  8



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

- 02 S 9215A** Verbundprojekt: Laser-Dekontamination von Metall- und Betonoberflächen (LaPLUS)  40

Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München
--

- 02 S 9245** Identifizierung und Quantifizierung von Beta-Strahlern zur zerstörungsfreien Charakterisierung radioaktiver Abfallgebinde (IQ-Beta)  50

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

- 02 S 9113C** Verbundprojekt: Modellentwicklung eines ganzheitlichen Projektmanagements für kerntechnische Rückbauprojekte (MogaMaR)  30
- 02 S 9276B** Verbundprojekt: Untersuchung des Potentials biologischer Verfahren zur Strahlenschutzvorsorge bei Radionuklidbelastungen (BioVeStRa)  58