

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

PTE-S Nr. 23

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

Berichtszeitraum: 1. Juli - 31. Dezember 2011

Projektträger Karlsruhe
Wassertechnologie und Entsorgung
(PTKA-WTE)

März 2012

PTE-S Berichte

Der vorliegende Halbjahresbericht unterrichtet die Beteiligten an den Stilllegungsarbeiten, die aus dem BMBF-Titel „Stilllegung und Rückbau kerntechnischer Versuchs- und Demonstrationsanlagen“ finanziert werden, weiter die im Rahmen des Förderkonzepts „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“ FuE-Arbeiten durchführenden Forschungsstellen sowie zuständige Behörden.

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

Die Fortschrittsberichtsreihen behandeln folgende Themenschwerpunkte:

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

Die Fortschrittsberichtsreihen sind online verfügbar
www.ptka.kit.edu/wte/287.php

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

Vorwort

Das KIT ist im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) sowie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) Projektträger für den Programmbereich „Entsorgung“.

Dieser Auftrag umfasst die Förderkonzepte „Forschungsförderung zur Entsorgung gefährlicher Abfälle in tiefen geologischen Formationen“ und „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“. Im Rahmen dieses Auftrages betreut der Projektträger PTKA-WTE u. a. für BMBF, Referat 726, die FuE-Vorhaben zu Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen.

Der vorliegende Fortschrittsbericht dokumentiert Stand und Ergebnisse dieser FuE-Vorhaben und darüber hinaus der Stilllegungsprojekte, die aus dem im Geschäftsbereich des BMBF befindlichen Stilllegungstitel finanziert werden. Er wird von PTKA-WTE *halbjährlich* herausgegeben, um den auf der vorangehenden Seite genannten Personenkreis über die durchgeführten Arbeiten zu informieren.

Der Bericht ist folgendermaßen aufgebaut:

Teil 1 stellt die **Stilllegungsprojekte** des BMBF in Form von formalisierten Zwischenberichten dar und zwar

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

Der Stilllegungszustand des BER I am HMI ist seit 1974 unverändert. Daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 3 erfolgte Darstellung.

Das Stilllegungsprojekt des Forschungsreaktors TRIGA Heidelberg II ist seit dem 31.12.2006 abgeschlossen, daher entfällt die zuletzt in PTE-S Nr. 13 erfolgte Darstellung.

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

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

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

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

Da Referat 726 eine koordinierende Zuständigkeit für Strahlenforschung übertragen bekam, werden seit 2002 auch **Strahlenforschungsvorhaben** gefördert. Diese sind ebenfalls in Teil 2 aufgeführt.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|------------|
| 1 Stilllegungsprojekte des BMBF | 1 |
| 1.1 AVR..... | 1 |
| 1.2 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe | 5 |
| HDB | 6 |
| KNK | 8 |
| MZFR..... | 10 |
| WAK | 12 |
| 1.3 THTR 300 | 15 |
| 1.4 Projekt MAREN bei GKSS | 19 |
| | |
| 2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“ | 23 |
| 2.1 Fördervorhaben | 23 |
| 2.2 Formalisierte Zwischenberichte | 27 |
| 2.3 Ausführende Forschungsstellen | 109 |

1 Stilllegungsprojekte des BMBF

1.2 AVR

| | |
|--|---|
| Zuwendungsempfänger: Arbeitsgemeinschaft Versuchsreaktor GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich | |
| Vorhabensbezeichnung: Vollständiger Abbau der AVR-Anlage | |
| Laufzeit des Vorhabens: 1987 bis 2017 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 |
| Gesamtkosten des Vorhabens: 478,7 Mio. € | Projektleiter: Dipl.-Ing. Rittscher |

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

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

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Alle für den genehmigten Betrieb der Anlage erforderlichen Instandhaltungsarbeiten und wiederkehrenden Prüfungen wurden termingerecht und ohne Beanstandung durchgeführt. Das Messprogramm zur Überwachung der Bodenkontamination des Betriebsgeländes wurde und wird gemäß den behördlichen Vorgaben kontinuierlich durchgeführt.

Im Jahr 2011 gab es ein meldepflichtiges Ereignis. Durch Bauarbeiten im Stadtbereich Jülich kam es am 29. September 2011 infolge eines Erdschlusses zum Ausfall der externen Spannungsversorgung. Der Notstromdiesel lief ordnungsgemäß an. Die automatische Wiederherstellung der Spannungsversorgung funktionierte wegen zeitgleicher anderer Freischaltmaßnahmen nicht, so dass sofort von Hand geschaltet wurde. Der Vorgang wurde der Aufsichtsbehörde gemeldet.

Mit der Fertigstellung und Inbetriebnahme des Verschlusssystems 2 Mitte 2011 wurden die Arbeitsbereiche Schutzbehälter und Materialschleuse getrennt. Seitdem können die Demontagen im Schutzbehälter und die Montagen in der Materialschleuse wieder unabhängig voneinander fortgesetzt werden.

Im Folgenden werden repräsentativ einige Vorhaben genannt, die im Berichtsjahr 2011 fertiggestellt wurden:

- Demontage der 38-, 34- und 30-m-Bühnen im Schutzbehälter
- Demontage des Verschlusssystems 1 und Montage des Verschlusssystems 2 im Schutzbehälter
- Demontage und Entsorgung der drei Mischkühler
- Umbau der Belüftungsanlage im Schutzbehälter nach der Montage des Verschlusssystems 2

- Demontage des Verwenigers im Beschickungsraum 5-m-Ebene
 - Restmontagen und Verschweißen der Fachwerkträger in der Materialschleuse (38 m Höhe)
- Die hoch verdichteten Arbeitsabläufe in allen vier Arbeitsbereichen (Schutzbehälter, Materialschleuse, Warme Werkstatt, Außenbereich) verlaufen gut und sind nur möglich, weil mit versetzten Einsatzzeiten und temporär im Zwei-Schicht-Betrieb gearbeitet wurde und wird.

3. Geplante Weiterarbeit

- Trennen der BE-Förderrohre unterhalb des RB-Domes
- Demontage weiterer Schutzbehälterbühnen
- Herstellung der FZJ-Straßenführung für den Transport des Reaktorbehälters

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

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

5. Kosten

Nach der Projektbewertung von August 2008 ergaben sich Gesamtprojektkosten auf der Preisbasis 2008 in Höhe von 245 Mio. EUR ohne Endlagerkosten und eine Gesamtprojektlaufzeit bis 2015. Einer aktuellen Prognose der AVR zur Folge, verlängert sich die Projektlaufzeit bis 2017. Die Gesamtprojektkosten erhöhen sich ohne Endlagerkosten um 35 Mio. €. Eine weitere verlässliche Abschätzung ist erst nach dem Herausheben des Reaktorbehälters und der anschließenden Bestandsaufnahme der tatsächlichen Kontamination in den Gebäude- und Bodenstrukturen möglich.

| | |
|--|--------------------|
| Kosten bisher (von 1987 bis 2010): | 366,9 Mio. € |
| Kosten Januar-Dezember 2011 (incl. 2,3 Mio. € Nachtrag): | 20,5 Mio. € |
| Zukünftige Kosten: | <u>91,3 Mio. €</u> |
| | 478,7 Mio. € |

Geldgeber:

Bund 90 %, Land NRW 10 % (bis 31.03.2003)

Bund 70 %, Land NRW 30 % (ab 01.04.2003)

Bemerkungen:

- Nach dem Projektende müssen für die Betriebskosten der Zwischenlagerhallen 3,625 Mio. € aufgewandt werden, für die bereits heute Rückstellungen gebildet werden müssen.
- Seit 4. Oktober 2011 sind die Grenzwerte zur Freigabe von Strontium 90 von 2 Bq/g auf 0,6 Bq/g herabgesetzt worden. Dies kann zu erheblichen Mehrkosten führen.

1.3 Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH

| | |
|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen | |
| Vorhabensbezeichnung: Stilllegung von Teilanlagen der Hauptabteilung Dekontaminationsbetriebe (HDB) | |
| Laufzeit des Vorhabens: 1994 bis 2030 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 |
| Gesamtkosten des Vorhabens: 113,0 Mio. € | Projektleiter: Dipl.-Ing. Ebeling |

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

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

Gegenwärtig werden von der HDB folgende Anlagen betrieben:

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

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

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

LAW-Eindampfungsanlage und Zementierung, Bau 545:

Das Genehmigungsverfahren für den Rückbau ruht, da in der Anlage die Entsorgung des Flüssigabfalls aus dem Betrieb der VEK durchgeführt wird. Die Antragsunterlagen (Sicherheitsbericht) wurden revidiert, das Rückbaukonzept liegt vor.

Abwasser-Sammelstation Y561 C1 (Bau 561):

Die Arbeiten zur Entfernung der PCB-Beschichtung wurden abgeschlossen, das Gebäude vollständig abgebrochen, Bauschutt und Gebäudestrukturen entsorgt.

3. Geplante Weiterarbeit

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

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

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

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

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

5. Kosten

| | |
|--|-------------------------|
| Kosten bisher (von 1994 bis 12/2010): | 13,0 Mio. € |
| Kosten Berichtszeitraum (01.01.-31.12.2011): | 0,2 Mio. € |
| Zukünftige Kosten: | 99,8 Mio. € |
| Geldgeber: | Bund 90 %, Land BW 10 % |

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

| | |
|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen | |
| Vorhabensbezeichnung: Stilllegung der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK) | |
| Laufzeit des Vorhabens: 1992 bis 2019 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 |
| Gesamtkosten des Vorhabens: 378 Mio. € | Projektleiter: Dipl.-Ing. Graf |

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage KNK war ein Versuchskernkraftwerk mit 20 MW elektrischer Leistung auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe. Die Anlage wurde zunächst von 1971 bis 1974 mit einem thermischen Kern als KNK I und dann ab 1977 mit einem schnellen Kern als Schnellbrüterkraftwerk KNK II betrieben.

Die KNK-Anlage wurde im August 1991 abgeschaltet. Das Stilllegungskonzept sieht vor, die Anlage in 10 Stilllegungsgenehmigungen (SG) vollständig abzubauen:

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

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

- Die Rückbaumaßnahme 2 der 9. SG gliedert sich in Demontage der Wärmeisolierung sowie den Abbau und die Entsorgung der Primärabschirmung.
- Die Demontage der Wärmeisolierung wurde abgeschlossen.
- Nach Abschluss der erforderlichen Reparaturarbeiten am Hebewerkzeug, wurde das Erprobungsprogramm mit Gutachterbeteiligung fortgesetzt.
- Die Zerlegung der Entsorgung der „Großen Kühlfalle“ durch die schottische Firma NDSL ist abgeschlossen. Das in Kunststoffbehälter/Fässer verpackte Natrium sowie natriumbehaftete Metallstrukturen der Kühlfalle werden bis zum Abtransport in eine englische Verbrennungsanlage in der HDB für den Transport bereitgestellt. Der Abtransport ist – nach Freigabe durch die Behörde – für Anfang 2012 geplant.
- Bis Ende 2011 wurden 5 von 6 „kleinen“ Natriumkühlfallen zerlegt und gewaschen.

3. Geplante Weiterarbeit

9. SG:

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

10. SG:

Einreichung Sicherheitsbericht.

Natrium-Kühlfallen:

Zerlegung und Waschen der Zerlegteile der sechsten „kleinen“ Kühlfalle.

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

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

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

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

5. Kosten

| | |
|--|----------------------|
| Kosten bisher (von 1992 bis 12/2010): | 285,4 Mio. € |
| Kosten Berichtszeitraum: (01.01.-31.12.2011) | 11,5 Mio. € |
| Zukünftige Kosten: | 81,1 Mio. € |
| Geldgeber: | Bund 90 %, Land 10 % |

| | |
|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen | |
| Vorhabensbezeichnung: Stilllegung des Mehrzweck-Forschungsreaktors (MZFR) | |
| Laufzeit des Vorhabens: 1985 bis 2015 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 |
| Gesamtkosten des Vorhabens: 351 Mio. € | Projektleiter: Dipl.-Ing. Eisenmann |

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

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

Das Konzept sieht einen vollständigen Rückbau in acht Stilllegungsgenehmigungen (SG) vor:

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

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Tätigkeiten im Reaktorgebäude: Der fernhantierte Abbruch des aktivierten Betons des biologischen Schildes wurde mit einer Abbruchmenge von 170 Mg in 2011 abgeschlossen. Seit Beginn dieser Abbrucharbeiten wurden damit 363 Mg bei ursprünglich geplanten 288 Mg demontiert.

Im Rahmen des Rückbaus nicht mehr benötigter Einrichtungen wurden ca. 208 Mg Stahlschrott verpackt.

Tätigkeiten in anderen Gebäuden: Im Beckenhaus wurden in 2011 insgesamt 3.885 m Kabel demontiert, die kontaminierte Ummantelung entfernt und entsorgungsgerecht verpackt. Die Lagerbecken wurden vollständig dekontaminiert und mit den Dekontaminationsarbeiten im Beckenhaus begonnen.

Aus dem Sammelbehälterhaus wurden 24 Mg Beton entfernt und an die HDB abgegeben. Bei Direktmessungen wurden Bereiche mit erhöhter Kontamination festgestellt, an denen Nacharbeiten erforderlich waren.

3. Geplante Weiterarbeit

8. SG:

Weiterführung der Demontage gemäß den Ergebnissen der radiologischen Messungen und Verpacken des aktivierten Betons. Rückbau nicht mehr benötigter Demontageeinrichtungen. Planung zum Gebäudeabriss und den begleitenden Beprobungen zur Freigabe nach § 29 StrlSchV des abgebauten Betonschutts. Vorbereitende Dekontaminationsarbeiten in Nebengebäuden. Planung und Durchführung der Vereinfachung/des Rückbaus betrieblicher Systeme (Lüftung, E-Versorgung).

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

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

5. Kosten

| | |
|--|--------------|
| Kosten bisher (von 1985 bis 06/2011): | 290,4 Mio. € |
| Kosten Berichtszeitraum (01.01.-31.12.2011): | 14,5 Mio. € |
| Zukünftige Kosten: | 46,1 Mio. € |
| Geldgeber: | Bund 100 % |

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

| | |
|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH, Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen | |
| Vorhabensbezeichnung: Stilllegung und Rückbau der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (StiWAK) | |
| Laufzeit des Vorhabens: 1991 bis 2023 (2035) | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 |
| Gesamtkosten des Vorhabens: 2.631,0 Mio. € | Projektleiter: Dr. Fleisch |

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (WAK) wurde von 1967 bis 1971 als Pilotanlage zur Wiederaufarbeitung abgebrannter Brennelemente auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe errichtet und von der heutigen WAK Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe betrieben. Die WAK wurde nach 20-jähriger Aufarbeitungsphase Mitte 1991 außer Betrieb genommen. In dieser Zeit waren 208 t Kernbrennstoffe bis zu einem maximalen Abbrand von 40 GWd/tU wiederaufgearbeitet worden.

Seit Mitte 1991 läuft das Projekt „Stilllegung und Rückbau der Wiederaufarbeitungsanlage Karlsruhe (StiWAK). Die WAK GmbH hat bis Ende 2005 im Auftrag des Forschungszentrums Karlsruhe den Restbetrieb der Anlagen einschließlich der Lagerung der hochradioaktiven Spaltproduktlösung (HAWC) sowie die Stilllegung und den Rückbau aller Einrichtungen und Anlagenteile auf dem WAK-Gelände durchgeführt. Das Forschungszentrum hat bis Ende 2005 die Errichtung der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK) abgewickelt.

Für die weitere Abwicklung des Gesamtprojektes Stilllegung und Rückbau WAK einschließlich der Errichtung und des Betriebes der VEK ist seit dem 01.01.2006 die WAK Rückbau- und Entsorgungsgesellschaft mbH allein verantwortlich; hierzu wurden die genehmigungs-, vermögens- und zuwendungsrechtlichen Voraussetzungen geschaffen. Als Tochter des Bundesunternehmens EWN GmbH ist die WAK GmbH heute institutioneller Zuwendungsempfänger. Seit 01.01.2008 liegt eine neue Projektkostenschätzung vor.

Der Rückbau der WAK erfolgt in sechs technisch überschaubaren Schritten:

1. Außerbetriebnahme funktionsloser Systeme im Prozessgebäude: Dieser Schritt ist abgeschlossen.
2. Demontage von Prozesssystemen ohne Fernhantierung, Außerbetriebnahme und Abbau bereits stillgelegter Anlagenteile im Prozessgebäude: Dieser Schritt ist abgeschlossen.
3. Stufenweiser Rückbau aller Einrichtungen im Prozessgebäude unabhängig von der HAWC-Lagerung und HAWC-Entsorgung: Alle Anlagenteile sind ausgebaut. Die Dekontamination der Gebäude-Innenstruktur läuft.
4. Deregulierung nach Verglasungsende: Durch die Außerbetriebnahme von Anlagenteilen und die Anpassung des Betriebshandbuches sollen die betrieblichen Aktivitäten auf das Niveau eines reinen Rückbauprojektes reduziert werden: Dieser Schritt ist in der Ausführung.
5. Stufenweiser Rückbau der HAWC-Lagergebäude LAVA/HWL und der VEK: Dies erfolgt in 10 Rückbaubereichen (RB), die jeweils einzeln zu genehmigen sind.
 - RB 5.1: Die Errichtung des HWL-Anbaus Süd ist abgeschlossen.
 - RB 5.2: Die fernhantierte Demontage der MAW-Behälter im HWL Raum 6 ist abgeschlossen; Rohrleitungen, Abluftkanäle und Halterungen befinden sich in der fernhantierten Demontage.
 - RB 5.3: Die Genehmigung für den fernhantierten Rückbau der HAWC-Behälter liegt vor. Außerbetriebnahmen und Umschlussmaßnahmen im HWL werden durchgeführt.
 - RB 5.4: Die Antragsunterlagen für den fernhantierten Rückbau der LAVA-Zellen L3 – L5 sind eingereicht und befinden sich in der Begutachtung.
 - RB 5.8.: Die Planungen zum fernhantierten Rückbau der VEK haben begonnen.
6. Konventioneller Abriss der Gebäude und Rekultivierung des Geländes.

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

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Das Betriebsende der VEK wurde formal im Juli 2011 durch den TÜV SÜD und mit Schreiben vom 12.08.2011 durch das UM bestätigt. Die nach VEK-Betrieb in der Anlage verbliebenen Restflüssigkeiten (ca. 3 m³ mit einer Gesamtaktivität von ca. 10¹⁶ Bq) wurden je zur Hälfte in den Konzentratbehälter und in einen Übernahmehälter der VEK zur Eintrocknung transferiert. Das bisherige Rückbaukonzept wird an die neuen Rahmenbedingungen angepasst.

Im Jahr 2011 wurden aus dem Prozessgebäude (Schritt 3) ca. 250 Mg Demontagemasse (Stahlbau, Beton und Kabel) ausgebracht.

Der bei der Planung zur Deregulierung nach Verglasungsende (Schritt 4) unterstellter radiologischer Anlagenzustand von VEK und LAVA hat sich aufgrund der nach VEK-Betriebsende höheren, in den verfahrenstechnischen Komponenten verbliebenen Restaktivitäten geändert. Die für den Schritt 4 notwendigen technischen Änderungen wurden beantragt, begutachtet und befinden sich zum Teil bereits in der Umsetzung.

Im Schritt 5 wurden die fernhantierten Demontage- und Dekontaminationsarbeiten im Raum 6 abgeschlossen. Die vorhandene Gerätetechnik musste aufgrund des hohen Kontaminationslevels vollständig zerlegt und über die HDB entsorgt werden. Die Genehmigung für die manuelle Restdemontage im HWL wurde am 14.12.2011 erteilt. Die Rückbauvorbereitungen wurden aufgenommen.

3. Geplante Weiterarbeit

VEK: Fortführung der verfahrens- und leittechnischen Außerbetriebnahmen.

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

Schritt 4: Fortführung der Umsetzung der Deregulierungsmaßnahmen.

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

RB 5.3: Fortführung der Außerbetriebnahmen.

RB 5.4: Beginn von Außerbetriebnahmen und Demontagen.

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

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

Dr. J. Fleisch/WAK GmbH: „Besichtigung MZFR-Rückbau, Begrüßung“, 06.07.11, Fachgruppe Stilllegung und Entsorgung, 6. Sitzung der Arbeitsgruppe „Stilllegungstechniken“, Eggenstein-Leopoldshafen

W. Grünwald, W. Tobie, K. Weiß, W. Wernz (KIT/INE), F.-J. Schmitz, Dr. A. Stollenwerk, Dr. M. Weishaupt/WAK GmbH: „Active Operation Experiences of VEK“, 12.-14.07.11, Workshop on HLLW Vitrification, KIT Campus North

W. Tobie, W. Grünwald, K. Weiß, W. Wernz (KIT/INE), F.-J. Schmitz, Dr. A. Stollenwerk, Dr. M. Weishaupt/WAK GmbH: „Lessons Learnt with Melter Off-gas Pipe during VEK Hot Operation“, 12.-14.07.11, Workshop on HLLW Vitrification, KIT Campus North

D. Friedrich, K. Hendrich, N. Keiber, W. Lutz, Dr. M. Weishaupt/WAK GmbH: „Next Generation of Remote Equipment for Dismantling of the WAK HLLW Tanks“, 10.08.11, 3rd International Joint Meeting on Emergency Preparedness & Response and Robotic & Remote Systems“, Knoxville, TN, USA

Dr. J. Fleisch/WAK GmbH: „Overview on WAK Decommissioning and Waste Management Activities“, 24.-28.10.2011, 51. TAG-Meeting, Karlsruhe

W. Metzger/WAK GmbH: „Verglasung von hochradioaktivem Flüssigabfall in der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK)“, 04.11.2011, Fachkundeerhalt für Strahlenschutzbeauftragte in Kernkraftwerken, Eggenstein-Leopoldshafen

W. Grünwald, G. Roth, W. Tobie (KIT/INE), Dr. J. Fleisch, F.-J. Schmitz, Dr. M. Weishaupt/WAK GmbH: „Hot Operation Performance of the German Vitrification Plant VEK – Results and Experiences“, 11.-16.12.11, GLOBAL 2011, Makuhari Messe, Japan

5. Kosten

| | |
|--|-----------------------|
| Kosten bisher (von 07/1991 bis 12/2010): | 1.632,3 Mio. € |
| Kosten Berichtszeitraum (01.01.-31.12.2011): | 79,7 Mio. € |
| Zukünftige Kosten (PKS 2007): | 919,0 Mio. € |
| Geldgeber: | Bund, Land, Industrie |

1.4 THTR 300

| | |
|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Hochtemperatur-Kernkraftwerk GmbH, Siegenbeckstraße 10, 59071 Hamm | |
| Vorhabensbezeichnung: Geordnete Restabwicklung des Projektes THTR 300 | |
| Laufzeit des Vorhabens: 1997 bis 2009 Fortführung gemäß Rahmenvertrag | Berichtszeitraum: <i>Jahresbericht 2011</i> |
| Gesamtkosten des Vorhabens: 94,5 Mio. € | Projektleiter: Dr. G. Dietrich |

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

Die Anlage THTR 300 war als Prototyp für Kernkraftwerke mit Kugelhaufen-Hochtemperaturreaktor errichtet worden. Sie war ein mit Helium gekühlter grafitmoderierter Reaktor mit kugelförmigen keramischen Betriebs-elementen. Es handelte sich um eine Zweikreis-anlage, bestehend aus einem Helium-Primärkühlkreislauf mit nach geschaltetem Wasserdampf-kreislauf und trockener Rückkühlung. Zum 1. September 1989 wurde der Beschluss zur Stilllegung der Anlage und Überführung in den sicheren Einschluss gefasst. In der Zeit von September 1989 bis September 1997 wurden das Genehmigungsverfahren zur Stilllegung, die Reaktorkernentladung und die Herstellung des sicheren Einschlusses durchgeführt. Zum 01.10.1997 wurde der Erhaltungsbetrieb der sicher eingeschlossenen Anlage THTR 300 aufgenommen.

Die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300 besteht noch aus den Gebäuden

- Reaktorhalle
- Reaktorbetriebsgebäude
- Reaktorhilfsgebäude

mit den darin vorhandenen Anlagenteilen sowie

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

Alle übrigen baulichen Anlagen und Anlagenteile des Kernkraftwerkes THTR 300 wie das Maschinenhaus, das Elektroanlagengebäude, die Notstromdieselanlage, die Trafoanlagen, die Zellenkühltürme, die über- und unterirdischen Verbindungen u. s. w. wurden aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes entlassen.

Die Brennelemente sind aus der Anlage THTR 300 abtransportiert worden. Lediglich innerhalb des Spannbetonreaktordruckbehälters befindet sich noch ein durch Entladung technisch nicht entfernbarer Rest von < 2,5 kg.

Es bestehen keine Anforderungen mehr auf Grund der nuklearen Sicherheit, des Reaktorbetriebes oder des Umganges mit Kernbrennstoffen. Alle während des Leistungsversuchsbetriebes druck- und aktivitätsführenden Anlagenteile sind drucklos, kalt und dauerhaft verschlossen, so dass auf Grund von betriebs- oder verfahrenstechnischen Bedingungen praktisch keine

Möglichkeit mehr für eine Freisetzung radioaktiver Stoffe besteht. Da der Reaktorkern leer ist und die Brennelemente vom Standort entfernt sind, ist insbesondere Kritikalität ausgeschlossen. Die Rückhaltung radioaktiver Stoffe geschieht weitgehend passiv als sicherer Einschluss. Auch sind keine Sofortmaßnahmen mehr erforderlich, um die Rückhaltung radioaktiver Stoffe in der Anlage sicherzustellen.

Die Dauer des sicheren Einschlusses ist genehmigungsseitig nicht befristet. Im Jahr 2017 ist die Behörde zu unterrichten ob der sichere Einschluss fortgesetzt wird oder die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300 endgültig beseitigt werden soll.

Im Erhaltungsbetrieb werden Einrichtungen betrieben, die der Erhaltung und Überwachung des sicheren Einschlusses dienen. Er umfasst ständige und nichtständige Tätigkeiten und Maßnahmen.

Ständige Tätigkeiten oder Maßnahmen sind:

- die Unterdruckhaltung im ständigen Kontrollbereich
- die Trocknung der Luft im ständigen Kontrollbereich, so dass unzulässige Korrosionsschäden an den Anlagenteilen des sicheren Einschlusses vermieden werden
- die Überwachung der Fortluft im Zusammenhang mit der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft
- die Haltung des Schichtenwasserniveaus
- die Überwachung des Betriebes von Einrichtungen.

Nichtständige Tätigkeiten oder Maßnahmen sind:

- die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen
- der Abbau von Anlagenteilen
- die Rücknahme von radioaktiven Abfällen, die aus der Anlage THTR 300 stammen
- die Lagerung von verpackten radioaktiven bearbeiteten und nicht bearbeiteten Abfällen oder Anlagenteilen, die aus der Anlage THTR 300 stammen
- die Umladung von Transport- und Lagerbehälter
- die Kontrolle des gesammelten Abwassers und seine Abgabe.

Für diese Tätigkeiten sind gegebenenfalls Zustimmungen der Aufsichtsbehörde oder eventuell separate Genehmigungen einzuholen.

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Das Berichtsjahr 2011 ist für die sicher eingeschlossene Anlage THTR 300:

das 22. Jahr nach der Abschaltung,

das 16. Jahr nach der Beendigung der Entladung des Reaktorkerns,

das 14. Jahr des sicheren Einschlusses.

Die Verfügbarkeit der lufttechnischen Anlagen und der Fortluftbilanzierungseinrichtungen, für die eine Mindestverfügbarkeit mit der Genehmigung für den Erhaltungsbetrieb vorgegeben wurden, liegen weit über den geforderten Mindestwerten. Mit der Durchführung des Erhaltungsbetriebes sind zwei festangestellte technische Mitarbeiter der HKG betraut.

Im Berichtsjahr 2011 war kein meldepflichtiges Ereignis zu verzeichnen.

2011 fiel in der sicher eingeschlossenen Anlage kein zu entsorgendes Abwasser an und somit trat auch keine Aktivitätsabgabe in die Umgebung über diesen Pfad auf.

Die Aktivitätsableitungen mit der Fortluft sind im Vergleich mit dem Vorjahr praktisch konstant. Die genehmigten Ableitungsgrenzwerte wurden weit unterschritten.

Eine Belastung der Umgebung durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus der sicher eingeschlossenen Anlage THTR 300 fand – wie auch in den Vorjahren – praktisch nicht statt. Die Messergebnisse weisen für Aerosole und C14 Werte unter der Nachweisgrenze aus. Lediglich H3 liegt mit 0,01 % des genehmigten Ableitungsgrenzwertes über der Nachweisgrenze.

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

Die Planungen und Maßnahmen der HKG für die Entsorgung der abgebrannten THTR-Brennelemente sind weiterhin darauf ausgerichtet, diese nach der Zwischenlagerung im Transportbehälterlager Ahaus in einem von der Bundesrepublik Deutschland zu errichtenden Endlager zu deponieren.

Als Endlager ist hierfür bislang der Salzstock Gorleben vorgesehen. Die Bundesregierung geht davon aus, dass ein Endlager für wärmeentwickelnde Abfälle frühestens ab dem Jahr 2035 zur Verfügung stehen wird.

Die für die Zwischenlagerung genutzten CASTOR-Behälter wurden in einer Studie des Forschungszentrums Jülich auf ihre Eignung für die Direkte Endlagerung untersucht. Sie sind als Alternative zum Referenzkonzept zur Einlagerung in POLLUX-Behältern oder in Gussfässern geeignet.

Für die Endlagerung vieler der in und beim Rückbau der Anlage THTR 300 anfallenden radioaktiven Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung kommt die ehemalige Eisenerzgrube Konrad in Betracht. Es wird offiziell derzeit von einer Inbetriebnahme im Jahr 2019 ausgegangen.

Für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung stehen der HKG ausreichende Kapazitäten im internen Lager des THTR 300 sowie im Abfalllager Gorleben zur Verfügung.

3. Geplante Weiterarbeit

Ausbaumaßnahmen von Anlagenteilen, die für den Erhaltungsbetrieb oder für den späteren Abbau der Anlage THTR 300 nicht erforderlich sind, können gemäß der erteilten Genehmigung für den Erhaltungsbetrieb der sicher eingeschlossenen Anlage vorgesehen und vorgenommen werden. Dies betrifft u. a. Armaturen, Pumpen, Kabel und Motoren. Teile des Geländes werden konventionell genutzt, da diese Aktivitäten rückwirkungsfrei auf die sicher eingeschlossene Anlage sind.

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

Keine.

5. Kosten

| | |
|-------------------------------------|--|
| Restmittel für die Projektlaufzeit: | 44 Mio. € |
| Geldgeber: | Bund, Land NRW, Gesellschafter der HKG |

1.5 Projekt MAREN bei GKSS

| | |
|---|---|
| Zuwendungsempfänger: GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Postfach 11 60, 21494 Geesthacht | |
| Vorhabensbezeichnung: Entsorgung radioaktiver Reststoffe (Projekt MAREN-1) | |
| Laufzeit des Vorhabens: 2002 bis 2019 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 |
| Gesamtkosten des Vorhabens: 93,1 Mio. € | Projektleiter: N. Stehr |

1. Kurzbeschreibung des Vorhabens

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

In der Zuständigkeit des HZG befinden sich außerdem die in Zwischenlagerung befindlichen radioaktiven Komponenten des stillgelegten Kernenergieforschungsschiffes NS Otto Hahn (OH). Im Projekt MAREN werden kurzfristig notwendige Maßnahmen, die dringlich und zur Aufrechterhaltung der nuklearen Sicherheit am Standort erforderlich sind, abgewickelt. Die aus dem Betrieb der kerntechnischen Anlagen angefallenen und anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle unterliegen im Rahmen des Projektes der Sammlung, Bilanzierung, Konditionierung und Zwischenlagerung bis zur späteren Entsorgung in ein Endlager. Dies trägt dazu bei, die gesetzlichen Vorgaben zur Verwertung radioaktiver Reststoffe und Beseitigung radioaktiver Abfälle zu erfüllen.

Das Projekt MAREN gliedert sich in folgende Teilprojekte:

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

2. Stand des Projektes und Ereignisse im Berichtszeitraum

Während des Berichtszeitraumes wurden folgende Arbeiten mit Priorität abgewickelt:

- Konditionierung feste radioaktive Abfälle
Ablieferung einer weiteren Charge zur Konditionierung bei WAK, Dokumentation

- FRG-MAW Reflektoren, Steuerstäbe
Charakterisierung, Abschluss Konditionierungskonzept und Vorlage MAW-Studie, Ertüchtigungsmaßnahmen Handhabung, Vorbereitung Gebinde-Beschaffung
- Vorplanung und Erstellen Unterlagen
Dokumentation und statische Untersuchungen hinsichtlich Abbau Reaktor und Heißes Labor, Erstellung von Unterlagen für die Stilllegungs- und Abbaugenehmigung, Sicherheitstechnische Bewertungen
- Vorbereitung Abbau
Modernisierung der Alarm und Kontrolleinrichtungen für die kerntechnischen Bereiche im Hinblick auf zu erwartende behördliche Auflagen, Ertüchtigung und Modernisierung Messeinrichtungen, Materialbehandlung und Infrastruktur
- Demontearbeiten
Vorbereitung Abbau und Abtransport weiterer FRG-1- Strahlrohre und Experimentiereinrichtungen, Abriss Kühlturm FRG-1, Freigabe und Entsorgung von Betonabschirmsteinen
- Betriebsabwässer
Abtransport von 40m³ betrieblicher Abwässer zur Konditionierung bei FZJ
- Längerfristige Zwischenlagerung
Notwendige Wartungs- und Infrastrukturmaßnahmen (Wartung / Instandhaltung / Ertüchtigung im Heißen Labor und in den Lagerbereichen, Sachverständigentätigkeit).

3. Geplante Weiterarbeit

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

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

Keine.

5. Kosten

| | |
|--------------------------------------|------------------------|
| Kosten bisher (von 2002 bis 6/2011): | 34,0 Mio. € |
| Kosten Berichtszeitraum: | 6,5 Mio. € |
| Zukünftige Kosten: | 52,6 Mio. € |
| Geldgeber: | Bund 90 %, Länder 10 % |

2 FuE-Vorhaben „Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen“

2.1 Fördervorhaben

| | | | |
|-------------|--|---|------|
| * 02 S 8335 | Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung | Technische Universität Darmstadt | 📖 28 |
| * 02 S 8355 | Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen | Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt | 📖 30 |
| * 02 S 8477 | Regulation der Nicht-homologen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikation | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 📖 32 |
| * 02 S 8497 | Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen | Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH, Darmstadt | 📖 34 |
| 02 S 8528 | Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) | Friedrich-Schiller-Universität Jena | 📖 36 |
| 02 S 8538 | Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließender Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) | TU Dresden | 📖 38 |
| 02 S 8548 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 📖 40 |
| 02 S 8558 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | TU Dresden | 📖 42 |
| 02 S 8588 | Handhabungs- und Transportkonzepte zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau: Entwicklung rechnerischer Analysemethoden für stoßdämpfende Strukturen beim Anprall oder Absturz von Abfallgebinden (ENREA) | Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin | 📖 44 |
| 02 S 8598 | Qualifikation und Erprobung von stoßdämpfenden Strukturen und Materialien zur Optimierung/Reduzierung der Beanspruchung von Verpackungen zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau (QUEST) | WTI Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Jülich | 📖 46 |

| | | | |
|------------------|--|--|------|
| 02 S 8608 | ASTU Automatische Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 📖 48 |
| 02 S 8619 | EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG) | Brenk Systemplanung GmbH, Aachen | 📖 50 |
| 02 S 8629 | Prozessentwicklung zur trockenen Bearbeitung von metallischen und mineralischen Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ProBeSt) | Leibniz Universität Hannover | 📖 52 |
| 02 S 8639 | Neue Verfahrenstechnik zur Dekontamination und Probenahme in kontaminierten Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik | SAT Kerntechnik GmbH, Worms | 📖 54 |
| 02 S 8649 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | HERRENKNECHT AG, Schwanau | 📖 56 |
| 02 S 8659 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 📖 58 |
| 02 S 8669 | Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle | TU München | 📖 60 |
| 02 S 8679 | Status quo der Lagerung ausgedienter Brennelemente aus stillgelegten / rückgebauten deutschen Forschungsreaktoren und Strategie (Lösungsansatz) zu deren künftigen Behandlung / Lagerung | DBE Technology GmbH, Peine | 📖 62 |
| 02 S 8689 | TENORM-Sanierung im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzungen und Alltagswahrnehmung - TESSA | Leibniz Universität Hannover | 📖 64 |
| 02 S 8699 | Innovative Lichtbogenverfahren für die Stilllegung und den Rückbau kerntechnischer Anlagen - Hot-Wire-Plasmaschneiden und Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden (Inno-Cut) | Leibniz Universität Hannover | 📖 66 |
| 02 S 8709 | Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 📖 68 |
| 02 S 8719 | Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 📖 70 |
| 02 S 8720 | Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) | Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Krefeld | 📖 72 |
| 02 S 8730 | Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) | Leibniz Universität Hannover | 📖 74 |

| | | | |
|-----------|---|--|-----|
| 02 S 8740 | Erprobung elektrochemischer Abtragstechnologien für den Rückbau stark armerter Betonstrukturen und das Zertrennen starkwandiger Bauteile in kerntechnischen Anlagen | Verein für Verfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Dresden | 76 |
| 02 S 8750 | Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld | Leibniz Universität Hannover | 78 |
| 02 S 8760 | Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld | Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung, Ottobrunn | 80 |
| 02 S 8770 | Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 82 |
| 02 S 8780 | Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung | EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Karlsruhe | 84 |
| 02 S 8790 | Entsorgung von bestrahltem Graphit | Forschungszentrum Jülich GmbH | 86 |
| 02 S 8801 | Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall- und Reststofflösungen | Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V. | 88 |
| 02 S 8821 | Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 90 |
| 02 S 8831 | Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | Schrott-Wetzel GmbH, Mannheim | 92 |
| 02 S 8841 | Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Karlsruhe | 94 |
| 02 S 8851 | Internationale Rückbautechniken und Managementmethoden für kerntechnische Anlagen – Eine wissenschaftliche Analyse des internationalen Standes der Technik (IRMKA) | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 96 |
| 02 S 8861 | Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik | AREVA NP GmbH, Erlangen | 98 |
| 02 S 8871 | Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 100 |

| | | | |
|------------------|---|--|-------|
| 02 S 8881 | Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen | Karlsruher Institut für Technologie (KIT) | 📖 102 |
| 02 S 8891 | Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) | TU Dresden | 📖 104 |
| 02 S 8901 | Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) | TU Bergakademie Freiberg | 📖 106 |

*** Strahlenforschungsvorhaben**

2.2 Formalisierte Zwischenberichte

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Technische Universität Darmstadt, Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt | | Förderkennzeichen: 02 S 8335 |
| Vorhabensbezeichnung: Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i> | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2005 bis 31.12.2011 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 675.187,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Löbrich | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Das Vorhaben hat zum Ziel, eine auf mechanistischer Grundlage basierende Abschätzung der Gefährdung durch niedrige Dosen ionisierender Strahlung zu erhalten. Dies ist für geeignete Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor zivilisatorischer Strahlenbelastung und für eine wissenschaftlich fundierte Festlegung von Grenzwerten für den Umgang mit und die Entsorgung von radioaktivem Material essentiell. Um verlässliche Vorhersagen über das Krebsrisiko in dem für den Strahlenschutz relevanten Dosisbereich von wenigen mSv machen zu können, müssen die für hohe Strahlendosen bekannten Risiken zu niedrigen Dosen hin extrapoliert werden. Dazu bedarf es eines mechanistischen Verständnisses der nach Bestrahlung mit niedrigen Dosen ablaufenden zellulären Prozesse, die zu für die Krebsentstehung relevanten genetischen Veränderungen führen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

TP1: DSB-Reparatur nach niedrigen Dosen ionisierender Strahlung

In vorherigen Berichtszeiträumen konnten wir zeigen, dass eine Vorbehandlung von Zellen mit H₂O₂ die DSB-Reparaturkapazität nach niedrigen Dosen ionisierender Strahlung positiv beeinflusst. Dies wurde auf die Aktivierung von die DSB-Reparatur unterstützenden Mechanismen durch den oxidativen Stress zurückgeführt. Im weiteren Verlauf des Projekts zeigte sich nun, dass der Einsatz eines Radikalfängers die Strahlen-induzierte DNA-Schädigung reduziert, so dass dieser Radikalfänger in nachfolgenden Studien eingesetzt werden kann, um die Auswirkung einer Erniedrigung des Strahlen-induzierten Radikallevels auf die DSB-Reparatur genauer zu untersuchen. Des Weiteren wurde untersucht, inwiefern der oxidative Stress, der durch eine Vorbestrahlung mit einer niedrigen Dosis entsteht, das Reparaturverhalten bei einer nachfolgenden hohen Dosis beeinflusst. Dazu wurden stationäre Fibroblasten mit 10 oder 100 mGy vorbestrahlt, nach verschiedenen Zeitintervallen mit 1-3 Gy bestrahlt und anschließend Reparaturkinetiken mittels γ H2AX-Immunfluoreszenz-mikroskopie aufgenommen. Dabei zeigte sich, dass die Vorbestrahlung keinerlei Einfluss auf die Reparatur der durch die hohe Strahlung induzierten Doppelstrangbrüche hat. Diese Ergebnisse könnten darauf hindeuten, dass die hohe Dosis der Hauptbestrahlung genügend oxidativen Stress induziert, um die DSB-Reparaturmechanismen vollständig zu stimulieren, so dass hier eine weitere Stimulierung durch eine Vorbestrahlung keine weitere Verbesserung der Reparaturkapazität mit sich bringt.

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

In den vorherigen Berichtszeiträumen konnte mittels Life Cell Imaging gezeigt werden, dass Zellen den G2/M-Checkpoint aufheben, bevor die Reparatur der DNA-Doppelstrangbrüche abgeschlossen ist. Die Folge ist, dass Zellen mit GFP-MDC1-Foci, einem Marker für Doppelstrangbrüche, in die Mitose eintreten und die Mitose mit diesen Foci durchlaufen. Interessanterweise erhöhte sich die Foci-Zahl während der Anaphase, d. h. im Zuge der Trennung der Schwesterchromatiden, so dass in der frühen G1-Phase die beiden Tochterzellen mehr Foci aufwiesen als die Mutterzelle in der G2-Phase, was auf die Entstehung neuer Brüche im Zuge der Mitose hindeutet. Im aktuellen Berichtszeitraum lag das Hauptaugenmerk auf der Untersuchung der Reparatur der in G2 oder der Mitose induzierten Brüche im Laufe der G1-Phase. Dabei zeigte sich, dass das Foci-Level von G1-Zellen, die in G2 bestrahlt wurden und sich danach geteilt hatten, auch nach vielen Stunden noch über dem Level von in G1 bestrahlten Zellen lag. Dies deutet darauf hin, dass in G2 induzierte DSBs in G1 schwieriger zu reparieren sind, da sie z.B. im Zuge der Mitose strukturellen Modifikationen unterliegen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Das Projekt wurde zum Ende des Berichtszeitraums abgeschlossen. Die im Rahmen dieses Projekts erlangten Erkenntnisse sollen nun durch abschließende Arbeiten zusammengefasst und für Veröffentlichungen aufgearbeitet werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

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

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt | | Förderkennzeichen: 02 S 8355 |
| Vorhabensbezeichnung: Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i> | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2006 bis 31.12.2011 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 2.933.630,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Kraft | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Wissenschaftliche Forschungsziele sind molekular-, zell-, gewebe- und populationsrelevante Grundlagenforschung mit dicht ionisierender Strahlung, um die Mechanismen der Strahlenwirkung aufzuklären und den Strahlenschutz zu erweitern. Die Risikofaktoren ionisierender Strahlung sollen präzisiert werden, um auf der biomedizintechnischen Seite die Methoden der Strahlentherapie in der Tumormedizin und der Behandlung entzündlicher Prozesse weiter zu entwickeln.

Für diese Arbeiten werden zwei Arbeitsgruppen an der TUD eingerichtet, die thematisch sowohl in die Forschung der TUD als auch der GSI integriert sind. Um methodisch den höchsten Stand der Wissenschaft zu halten, ist eine enge Zusammenarbeit mit den vorhandenen Lehrstühlen der TUD geplant. Dazu gehört auch die Vertretung des neuen Gebiets in der Lehre, d. h. in Vorlesungen und in Praktika, sowie die Betreuung von Diplom- und Doktorarbeiten. Eine enge Zusammenarbeit mit der Bionik und der Physik sowie der Biotechnologie der FH ist auch in der Studentenausbildung geplant. Langfristig wird angestrebt, einen Studiengang Biophysik/Strahlenbiologie anzubieten.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Schwerpunkte der Forschungsvorhaben an der GSI sind folgende Untersuchungen:

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

An der TUD sind folgende Schwerpunkte geplant:

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

In der **Lehre und Ausbildung** hat das Strahlenbiologische Zentrum, Darmstadt SZD mit den neuen Mastermodulen: Strahlenbiophysik (G. Taucher-Scholz, GSI), Strahlenbiologie (M. Löbrich, TUD) und Zellbiologie (C. Cardoso, TUD) den Vorlesungsbetrieb aufgenommen. Zusammen mit dem von der DFG geförderten Graduierten Kolleg: Molecular and cellular response to ionizing radiation (Vorsitz: Prof. M. Löbrich) und aus verschiedenen BMBF und anderen Drittmitteln geförderten Projekten arbeiten mehr als 30 Doktoranden in der TUD und an der GSI an strahlenbiologischen Problemen. Dazu kommen Bachelor- und Masterarbeiten, sowie noch einige Diplomarbeiten. Damit hat das Strah-

lenbiologische Zentrum Darmstadt die ursprünglich geplanten Ziele für Lehre und Ausbildung übertroffen und trägt erheblich zum Kompetenzerhalt Strahlenbiologie bei.

Auch **in der Forschung** wurden erhebliche Fortschritte erzielt: vorherige Untersuchungen zur **DNA-Reparatur** zeigten im Vergleich zu Röntgenstrahlen, dass Artemis-defiziente Zellen nach Schwerionenstrahlung einen größeren Reparaturdefekt aufweisen als ATM-defiziente Zellen. Dies zeigt, dass Artemis nach Schwerionenbestrahlung, im Gegensatz zu ATM aufgrund der hohen Komplexität der Brüche auch für die Reparatur euchromatischer DSBs benötigt wird.

Die **neue Röntgenanlage** zur partiellen Röntgenmikrobestrahlung von Zellen in Monolayern wurde an der GSI in Betrieb genommen. Damit kann eine lokale, schadenassoziierte Reparatur-Antwort von einer globalen, kernweiten Strahlenantwort unterschieden werden. Erste Untersuchungen zur lokalen Akkumulation von Reparaturproteinen (53BP1) und Phosphorylierung von H2AX nach lokaler Röntgenbestrahlung wurden begonnen.

An den neu etablierten **neuronalen 3D-Zellkultursysteme** konnte stark erhöhte Sterblichkeit der neuronalen Vorläuferzellen nach Exposition mit Schwerionen im Vergleich zu Röntgenbestrahlung gemessen werden.

In den Experimenten zur Wirkung von Strahlung auf **Ionenkanäle** und dem Zusammenhang zu zellulären Effekten wie Zellzyklus-Progression, Zelltod oder Differenzierung wurden mit quantitativen PCR Analysen die betroffenen strahlenempfindlichen Kanäle als K^+ Kanäle vom Typ hIK und Kv1.3 identifiziert. Mit Hilfe von spezifischen Blockern des hIK Kanals war es möglich, dessen Rolle in der Zelldifferenzierung zu untersuchen und zu zeigen, dass die Inhibition der Kanalaktivität für den untersuchten Zelltyp mit der von Apoptose (Tumorzellen) oder Stimulierung der Proliferation (primäre Lymphozyten) einhergeht.

In den Untersuchungen zur Beteiligung **extrazellulärer Signalwege** an der Strahlenwirkung, d. h. der Wirkung von Strahlung auf Rezeptor-gesteuerte Signalkaskaden in Tumorzelllinien und deren Einbindung in zelluläre Strahlenreaktionen wurde die Expression von Liganden-gesteuerten Rezeptoren (RT-PCR) in humanen primären und immortalisierten Fibroblasten, verschiedenen humanen Tumorzellen (Coloncancer, Neuroblastoma, Glioblastoma, Lioblastoma) sowie Maus- Neuroblastomazellen vor und nach Bestrahlung (2 Gy) gemessen. Bei der Bestrahlung der Neuroblastom Zell-Linie SH-SY5H wurde eine unerwartete Hochregulierung der NR2A Untereinheit des ionotropen NMDA-Rezeptors gefunden, eine Untereinheit des membranständigen Rezeptors, die bei der Regulierung von „pro-survival“ Genen eine entscheidende Rolle spielen könnte.

Mit diesen vielfältigen Themen deckt die Forschung des SZD ein breites und interessantes Spektrum ab, das in seiner Thematik weit über den ursprünglichen Antrag hinausgeht.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Anschlag-Finanzierung des BMBF hat erheblich zu der Etablierung zweier Strahlenbiologisch orientierter Lehrstühle an der TUD und zu einer partiellen Neuorientierung des FB Biologie auf strahlenbiologische Fragestellungen beigetragen. Das SZ Darmstadt bereitet jetzt den Abschlussbericht dieser sehr erfolgreichen Förderperiode vor. Außerdem wurde zusammen mit weiteren Arbeitsgruppen aus Frankfurt und Erlangen ein Projekt zu den **Genetischen Risiken** und der **Entzündungshemmenden Wirkung von Ionisierender Strahlung** (GREWIS) beim BMBF eingereicht.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Barton O., Conrad S., Künzel J., Deckbar D., Ensminger M., Taucher-Scholz G., Löbrich M., „CtIP links Artemis to double-strand break end resection“, *manuscript in preparation*.

Frohns F., Frohns A., Durante M., Fournier C., Layer P.G. Effects of heavy ion exposure on development and degeneration of vertebrate photoreceptors and their protection by cytokines, as analysed in 3-dimensional cell culture models. Talk: GBS Tagung 2011

Heslich A., Frohns F., Frohns A., Naumann S.C., Layer P.G. (2012). Naturally Occurring Near-infrared Exposure Increases X-ray-induced Genomic Instability. *Photochem. Photobiol.* 88: 135-146.

Greinert et al. UVA-induced DNA double-strand breaks result from clustered oxidative damages. Submitted.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8477 |
| Vorhabensbezeichnung: Regulation der Nicht-homologen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikationen | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i> | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 30.09.2011 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 802.901,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Puchta | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Gesamtziel:

- Analyse von Signalwegen, welche die Doppelstrangbruchreparatur beeinflussen.
- Ermittlung der Bedeutung von Signaltransduktionsvorgängen für die Doppelstrangbruchreparatur

Bezug zu förderpolitischen Zielen:

- Das Vorhaben dient dem Kompetenzerhalt und der Ausbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses

Wissenschaftliche und/oder technische Ziele:

- Analyse von Reparaturfaktoren auf post-translationelle Modifikationen
- Analyse der Auswirkungen der post-translationellen Veränderungen auf die Assoziation mit anderen Reparaturfaktoren
- Analyse der Auswirkungen der post-translationellen Veränderungen auf die Doppelstrangbruchreparatur

Bezug zu anderen Arbeiten:

- Untersuchungen zur zellulären Strahlenreaktion bilden einen Forschungsschwerpunkt in der Arbeitsgruppe Blattner am Institut für Genetik. In den nächsten Jahren soll dabei besonders die Doppelstrangbruchreparatur untersucht werden.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Analyse von NHEJ Proteinen auf strahlenbedingte Veränderungen

AP2: Kartierung der veränderten Stellen

AP3: Bestimmung der modifizierenden Enzyme

AP4: Auswirkungen der Veränderungen auf Protein-Protein Wechselwirkungen

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Um die Ubiquitinierungsstelle im XLF-Protein zu bestimmen haben wir sukzessive alle Lysine vom Ende des XLF Proteins bis zu Lysin 272 entfernt und auf eine mögliche Ubiquitinierung getestet. Alle so gewonnenen XLF-Proteinmutanten wurden jedoch noch ubiquitiniert. Um die Zeitaufwendige Mutationsanalyse zu umgehen konnten wir kürzlich eine Kollaboration mit einem Chemiker etablieren, der das ubiquitinierte XLF-Protein in den kommenden Wochen für uns massenspektrometrisch analysieren wird.

Im Hinblick auf die Ubiquitinierung von Ku80 haben wir gefunden, dass das Muster der Ubiquitinierung nach Überexpression von BRCA1 dem Ubiquitinierungsmuster ohne Überexpression von BRCA1 entspricht, was als weiterer Hinweis zu werten ist, dass Ku80 auch unter physiologischen Umständen durch BRCA1 ubiquitiniert wird. Um eine direkte Ubiquitinierung von Ku80 durch BRCA1 nachzuweisen haben wir an der Etablierung eines Systems gearbeitet, um diese Ubiquitinierung auch *in vitro*, und damit in Abwesenheit anderer möglicher Ubiquitinligasen nachzuweisen. Dazu haben wir KU80 und BARD1 in einen bakteriellen Expressionsvektor kloniert und die Proteine aufgereinigt. UbcH5 wurde uns von einer anderen Arbeitsgruppe zur Verfügung gestellt. Gegenwärtig klonieren wir noch BRCA1 in einen bakteriellen Expressionsvektor und werden dann den *in vitro*-Ubiquitinierungsassay durchführen, um die Daten für die Ubiquitinierung von Ku80 durch BRCA1 komplett zu haben.

4. Geplante Weiterarbeiten

Kleinere Arbeiten, um die Arbeiten abzuschließen sind unter Punkt 3 aufgeführt. Außerdem sollen die gewonnenen Ergebnisse noch zu zwei Publikationen zusammengefasst werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung GmbH, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt | | Förderkennzeichen: 02 S 8497 |
| Vorhabensbezeichnung: Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen - <i>Strahlenforschung</i> | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2007 bis 31.01.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.049.595,00 EUR | Projektleiter: Dr. Ritter | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Basierend auf den für humane hämatopoetische Stamm- und Progenitorzellen erhobenen Daten (Anzahl und Art von Chromosomenschäden, Apotoserate, Zellzykluseffekte) wird eine Publikation vorbereitet (D. Kraft et al.).
Im Berichtszeitraum wurden erste Experimente mit embryonalen Stammzellen der Maus (D3-Zellen) durchgeführt. Im Gegensatz zu den bisher verwendeten adulten Stammzellen besitzen embryonale Stammzellen die Fähigkeit zur Selbsterneuerung. Weiterhin sind sie pluripotent, d. h. sie können sich in die drei Hauptgewebetypen (Endoderm, Mesoderm und Ektoderm) differenzieren, während adulte Stammzellen diese Fähigkeit nicht mehr haben. Adulte Stammzellen bilden in der Regel nur verschiedene Zellarten eines Gewebes d. h. sie sind lediglich multipotent. Im Rahmen einer Bachelor- und einer Diplomarbeit (siehe Abschnitt 5) wurde das Zellüberleben, die Zellzyklusprogression, die Apotoserate sowie die Anzahl und Art von Chromosomenschäden nach einer Bestrahlung mit Röntgenstrahlen oder Kohlenstoffionen (im ausgedehnten Bragg-Peak) gemessen. Die Untersu-

chungen zeigen, dass Kohlenstoffionen effektiver sind als Röntgenstrahlen. Geschädigte Zellen werden zunächst in der G2-Phase arretiert und Stunden bzw. Tage nach der Bestrahlung durch Apoptose aus der Zellpopulation eliminiert. Parallel dazu sinkt die Aberrationsrate rasch ab und erreichte wieder das Niveau der unbestrahlten Kontrolle. Inwieweit die originären Eigenschaften der embryonalen Stammzellen (d. h. die Selbsterneuerung und die Pluripotenz) durch eine Strahlenexposition beeinflusst werden, soll in weitergehenden Studien geklärt werden.

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Gudowska-Nowak wurde eine detaillierte statistische Untersuchung der Verteilung der Chromosomenschäden in humanen Lymphozyten durchgeführt. Es wurde die Wirkung von 177 MeV/u Eisenionen (LET=335 keV/μm), 4.1 MeV/u Chromionen (LET=3160 keV/μm) und Röntgenstrahlen verglichen. Chromionen zeigten unerwartete Effekte, die auf ausgeprägte Zellzyklusverzögerungen in der G2-Phase sowie auf die Apoptose schwergeschädigter Zellen zurückgeführt werden konnte. Zellen, deren Zellkern im Mittel von mehr als einen Chromion getroffen wurde, sind nicht mehr fähig, in die Mitose einzutreten. Die Daten wurden zusammengefasst und zur Publikation eingereicht (Deperas-Standylo et al., siehe Abschnitt 5).

Weiterhin ist eine Publikation über die genotoxische Wirkung von Ionenstrahlen auf periphere Lymphozyten in Vorbereitung (Lee et al.). Der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt hierbei auf der Wirkung eines niedrigen Teilchenflusses und der Abhängigkeit der Teilchenwirkung von der Energie und dem LET der Ionen.

AP2: Die experimentellen Arbeiten im Rahmen des Arbeitspaketes 2 sind abgeschlossen. Ein Manuskript über die genetische Stabilität von humanen Fibroblasten, die am Mikrobeam der GSI mit niederenergetischen Kohlenstoffionen bestrahlt worden waren (d. h. mit genau einem oder fünf Ionen pro Zellkern), wird gerade überarbeitet (Fournier et al.) und in Kürze bei einer Fachzeitschrift eingereicht.

AP3+AP4: Die Experimente der beiden Arbeitspakete sind abgeschlossen.

AP5: Die Untersuchung von Chromosomenaberrationen in Lymphozyten von Prostatkarzinompatienten mit Hilfe der mBand Methode ist abgeschlossen und ein Manuskript wurde angefertigt (Pignalosa et al.). Es wird derzeit revidiert. Die Langzeituntersuchung von Chromosomenschäden in Lymphozyten der Prostatakarzinompatienten wurde fortgesetzt. Es wurden am Ende der Therapie, sowie 1 bzw. 3 Jahre nach Beendigung der Behandlung Proben genommen und pro Untersuchungszeitpunkt mindestens 1200 Metaphasen mit der mFISH Technik analysiert. Der Schwerpunkt dieser Untersuchung liegt auf der Qualität der erzeugten Schäden und ihrer Persistenz.

4. Geplante Weiterarbeiten

Da das Projekt am 31.1.2012 endet, werden in den verbleibenden Wochen die angefertigten Manuskripte (Fournier et al.; Kraft et al; Pignalosa et al.; Lee et al.) fertig gestellt bzw. überarbeitet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Deperas-Standylo J., Lee R., Nasonova E., Ritter S., Gudowska-Nowak E., Production and distribution of aberrations in resting or cycling human lymphocytes following Fe-ion or Cr-ion irradiation: emphasis on single track effects. *Advances in Space Research* (eingereicht).

Ehret, M: Zellzyklusanalyse von murinen embryonalen Stammzellen nach Röntgenbestrahlung. Bachelorarbeit (Hochschule Darmstadt, Fachbereich Chemie- und Biotechnologie) (2011).

Luft, S.: Untersuchung zur Wirkung von locker- und dicht-ionisierender Strahlung auf pluripotente Stammzellen der Maus. Diplomarbeit (Technische Universität Darmstadt, Fachbereich Biologie) (2011).

Steger, F.: System for the analysis of radiation induced damage in cardiomyocytes. *International GSI Summer Student Program*, Book of Reports, p.143-146 (2011).

Zahnreich S., Krunic D., Melnikova L.A., Szejka A., Drossel B., Sabatier L., Durante M., Ritter S., Fournier C. Duplicated chromosomal fragments stabilize shortened telomeres in normal human IMR-90 cells before transition to senescence. *J. Cell Physiol.* (im Druck).

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena | | Förderkennzeichen: 02 S 8528 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2008 bis 29.02.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 474.582,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Büchel | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Laborversuche

In einem Gefäßversuch mit *Helianthus annuus* (Sonnenblume) wurden die Photosyntheseaktivität mittels Chlorophyll-Fluoreszenzmessung (Stressindikation) und die Biomasseproduktion der unbehandelten Saat sowie eines mit Bor-2-Aminoethanol (10^{-2} mol/l) vorbehandelten Saatgutes nach 2, 3, 4, 8 und 10 Wochen Wachstum untersucht. Das verwendete homogenisierte Testfeldsubstrat (TF) wurde hierbei zusätzlich mit Myccorhiza und Streptomyces (MS) sowie mit kalkhaltigem Oberboden (MIX) versetzt. Die durchgeführten Fluoreszenzmessungen ergaben dabei leicht erhöhte Stressaktivitäten beim mit Bor-2-Aminoethanol vorbehandelten Saatgut im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle. Zusätzlich wurden Feucht- und Trockengewicht im angegebenen Zeitraum bestimmt. Nach der Ernte erfolgte die Ermittlung der Prolinkonzentration (Stressindikator) durch die Detektion mit der LC-MS Methode. Zur Verifizierung der Ergebnisse wurde der Gefäßversuch mit einem Keimversuch ergänzt, indem eine Wachstumsbeeinträchtigung der Sonnenblume mit höheren Konzentrationen des Bor-2-Aminoethanol (10^{-1} mol/l) nachgewiesen werden konnte.

Testfeld Gessenwiese

Im August 2011 erfolgte nach ca. 110-tägiger Wachstumsphase die Ernte von *Triticale* und einer Sudangraskreuzung (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanens*) im Freiland. Hierbei wurden für die verschiedenen Bodenbehandlungsstrategien die Biomassen (Frisch- und Trockengewicht) der Pflanzenkompartimente Frucht, Spross, Wurzel sowie der Gesamtertrag [t/ha/a] bestimmt. Das (Phyto)-Extraktionspotential von *Triticale* und *Sorghum bicolor x Sorghum sudanens* [g(kg)/ha/a] wurden ebenso ermittelt, wie Biokonzentrations- ($BCF = C_{Pflanze}/C_{Boden}$) und Translokationsfaktoren ($TF = C_{oberirdischeBiomasse}/C_{Wurzel}$). Die vor der Aussaat (April 2011) und nach der Ernte (August 2011) durchgeführten Bodenuntersuchungen (pH, sequentielle Extraktion) liefern Mobilitäts- und Massenänderungen der R/SM in der durchwurzelten Bodenzone (0,3 m).

Aus der Kombination der R/SM-Gehalte in Pflanzen, im Boden und in der Wasserphase wurden R/SM-Stoffflüsse und Frachten im System Pflanze-Boden-Wasser berechnet (mg/m^2 , kg/ha, g(kg)/l/ha).

Die hydrochemischen Stichtagsbeprobungen wurden für Grundwasser, Sickerwasser und Bodenwasser im Mai und September 2011 fortgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Anfertigung des Abschlussberichtes.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Mirgorodsky, D., Jablonski, L., Ollivier, D., Wittig, J., Willscher, S., Merten, D., Büchel, G., Werner, P. (2012): Field scale phytoremediation of soils contaminated with heavy metals and radionuclides and further utilization of the plant residues. In: Merkel, B. & Schipek, M. (Eds.): The New Uranium Mining Boom. Challenge and lessons learned, Part 3, p. 433-442.

Mirgorodsky, D., Jablonski, L., Ollivier, D., Wittig, J., Willscher, S., Merten, D., Büchel, G., Werner, P. (2011): Field scale phytoremediation of soils contaminated with heavy metals and radionuclides and further utilization of the plant residues. Proc. of the 10th symposium on remediation in Dornburg, October 5th to 6th, p. 48.

Mirgorodsky, D., Ollivier, D., Merten, D., Büchel, G. (2011): Quantification of heavy metal and radionuclide loads in a phytoremediation field experiment. Proc. of the 10th symposium on remediation in Dornburg, October 5th to 6th, p. 30.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden | | Förderkennzeichen: 02 S 8538 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließender Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2008 bis 30.04.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 744.363,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Werner | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

Das hier dargestellte Untersuchungsprogramm entspricht dem Programm, das in den Projektanträgen bereits ausführlich dargestellt wurde bzw. den Zeitplänen, die zum 01.08.2008 (nach Änderungen durch Kürzungen bei der Abfallwirtschaft) bzw. zum 18.10.2010, an den Projektträger eingereicht wurden.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Pflanzenversuche auf dem Testfeld Gessenwiese

Ernte auf in Zusammenarbeit mit der Universität Jena bepflanzten Testflächen: August 2011 ca. 13 kg Triticale (FM) und etwa 27 kg Sorghum, zusammen also etwa 40 kg FM.

Feldversuche mit Secale cereale (Zugabe verschiedener Bodenverbesserer): Wachstum bis zur Vollreife auf Grund der anschließenden Verwertung (Vergärung) durchgeführt. Höchste

Ausbeuten auf dem Testfeld bei zusätzlicher N-Zugabe mit insgesamt 107 dt/ha (76.6 % des landwirtschaftlichen Durchschnittsertrages), davon bis zu 50 % Kornanteil.

Feldversuche mit Beta vulgaris (Zugabe verschiedener Bodenverbesserer): Beste Hektarerträge bei Kompostzugabe mit 471 dt/ha Frischmasse, d. h. 84 % des landwirtschaftlichen Durchschnittsertrages, was bei der schlechten Bodenqualität des Testfeldes ein erstaunlich gutes Ergebnis ist.

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

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

AP3: Keim- und Pflanzenversuche in SMR-dotierten Böden bzw. in Testfeldboden

Durchführung von Topfversuchen mit *Beta vulgaris* in Testfeldboden mit verschiedenen Bodenzuschlagsstoffen zur Verbesserung des Pflanzenwachstums; beste Ergebnisse bei Anwendung von 60 t/ha Kompost + 3 t/ha CaO; Zugabe von NPK-Dünger + 4 t/ha CaO bringt höheren Rübenantrag; bei beiden Versuchen werden am stärksten neutrale Boden-pH-Werte erzielt.

AP3: Durchführung von Versuchen zur alkoholischen Gärung von SMR-belasteten Pflanzen

(a) Durchführung von Gärversuchen mit *Secale cereale* aus den Ernten der Testfeldversuche 2011. Die Hektarerträge an Bioethanol steigen mit zunehmenden Ernteerträgen durch die Zugabe bestimmter Nährstoffgaben. Die höchsten Hektarerträge wurden bei NPK-Zugabe (P-Zuschlag) mit 1680 l/ha (bez. auf TM) erzielt (78 % des landwirt. Durchschnittsertrages).

(b) Durchführung von Gärversuchen mit *Beta vulgaris* vom Testfeld (Ernte 2011); die höchsten Hektarerträge wurden bei Kompostzugabe mit 5017 l/ha erreicht, das sind 81.5 % des konventionellen landwirtschaftlichen Ertrages.

Die verschiedenen Pflanzenspezies haben offensichtlich unterschiedliche Ansprüche an die Zugabe von Zuschlagsstoffen; *Beta vulgaris* bringt höhere Erträge bei Zugabe von Strukturverbesserer, während *Secale cereale* stärker auf Nährstoffzugaben anspricht.

AP4: Durchführung von Biogasversuchen mit SMR-beladenem Pflanzenmaterial vom Testfeld und

AP5: Durchführung alternativer Verbrennungsversuche

Die Versuche zur Biogaserzeugung und die Verbrennungsversuche wurden abgeschlossen; die Ergebnisse liegen in Form einer Promotionsarbeit vor.

AP7: Untersuchung der Bindung der SMR an das beladene Pflanzenmaterial aus der Ernte 2009

Weiterführung der Versuche mit *Brassica juncea*, sowie Verwertungsrückständen

4. Geplante Weiterarbeiten

Fortführung der Entfrachtungsversuche, Durchführung der Analytik für die Topf- und Feldversuche und die Entfrachtung

5. Berichte, Veröffentlichungen

Gemeinsame Vorträge erfolgten bei der internationalen Tagung „Uranium Mining and Hydrology“ 2011 in Freiberg, sowie beim „International Biohydrometallurgical Symposium“ 2011 in Changsha/ China. Der Beitrag ist in der Zeitschrift „Hydrometallurgy“ zur Publikation angenommen. Präsentation eines Vortrages in Jena zum Sanierungskolloquium 2011. Eine Studienprojektarbeit zur Phytoremediation wurde erfolgreich abgeschlossen.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8548 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2008 bis 31.12.2011 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 401.994,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Gentes | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP4: Bau Grundmodul

- Austausch der flexiblen Gummi-Befestigungen der Vakuumsauggreifer durch starre Drehteile aus Stahl. Eine Verformung der Sauggreiferbefestigungen wird dadurch verhindert. Das Verriegeln von Traverse mit Unterwagen wird dadurch erleichtert

- Einbau stärkerer Zylinder für das Verbolzen der Traverse mit dem Unterwagen
- Optimierung der Führungen sowie der Bolzen selbst für das Verriegeln von Traverse mit dem Manipulator-Unterwagen
- Einbau stärkerer Zylinder sowie Optimierung der Saugplattenhalterungen am Oberwagen

AP6: Transportwagen

- Weiterentwicklung der Steuerung und Inbetriebnahme der SEW Antriebe über LabVIEW, Abschluss der Arbeiten an der Steuerung für den Transportwagen
- Abschluss der Verkabelungsarbeiten, Anbau eines Hauptanschluss- und Sicherungskastens, als Absicherung der Zuleitungen zum Manipulator und Transportwagen
- Anschluss der Reserveflaschen für die Notluftversorgung

AP8: Intelligente Steuerung

- Abschluss der Arbeiten an der Steuerung, einschließlich Umsetzung und Inbetriebnahme der CAN Steuerung

AP9: Messergebnisse

- Abschluss des Arbeitspaketes Messergebnisse

AP10: Testphase und Praxiseinsatz (ohne Anbaugerät)

- Es wurden weitere Tests mit dem Trägergerät und dem Transportwagen durchgeführt und dadurch weiteres Optimierungspotenzial erschlossen, welches im Zuge des Nachfolgeprojektes MAFRO bearbeitet wird

AP11: Testphase und Praxiseinsatz (mit Anbaugerät)

- Gemeinsam mit dem Projektpartner aus Dresden wurden abschließend weitere Tests mit dem Trägergerät und Anbaugerät in einer Einheit durchgeführt. Dabei wurden mehrere Bahnen mit dem Laser bearbeitet. Die Testläufe wurden mittels Videoaufzeichnung dokumentiert

4. Geplante Weiterarbeiten

Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden | | Förderkennzeichen: 02 S 8558 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2008 bis 30.09.2011 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 30.09.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 446.637,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Hurtado | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP4:

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

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

AP5:

Der Laserarbeitskopf wurde erstmalig mit dem Manipulator gekoppelt. Dabei wurde die Sensorik über ein Interface an die Hardware des Manipulators angeschlossen und das Teilprogramm „Laserabtrag“ in die Manipulatorsteuerung eingebunden. Die Messdaten der Sensorik konnten erfasst und verarbeitet werden. Potenzielle Hindernisse wurden von den Sensoren erkannt, so dass Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. In einem zweiten Schritt wurden die Komponenten Absaugung und Laserleistungsregelung eingebunden und erfolgreich getestet.

AP6:

Alle Tests zu den Abtragsversuchen wurden erfolgreich abgeschlossen. Ebenso die Erprobung der Einzelkomponenten der Sensorik.

AP10 + 11:

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

AP12:

Die Abschlussversuche an der Testwand mit Kopplung des Laserarbeitskopfes an den Manipulator haben erfolgreich stattgefunden. Eine Videosequenz für Präsentationen der Abschlussversuche liegt vor. Des Weiteren ist ein Abschlussbericht erstellt und versendet worden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Das Projekt wurde erfolgreich abgeschlossen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Vortrag auf KONTEC-2009, Vortrag auf ICON-2009, Vortrag auf JTK 2010, Postervortrag auf Kontec 2011

weitere Publikationen sind in Vorbereitung:

Artikel in Nuclear Engineering and Design

Vortrag auf Jahrestagung Kerntechnik 2012

Vortrag auf ICON-2012

Vortrag auf KONTEC-2013

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin | | Förderkennzeichen: 02 S 8588 |
| Vorhabensbezeichnung: Handhabungs- und Transportkonzepte zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau: Entwicklung rechnerischer Analysemethoden für stoßdämpfende Strukturen beim Aufprall oder Absturz von Abfallgebinden (ENREA) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2008 bis 31.03.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 781.245,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Völzke | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Experimentelle Arbeiten / Datenauswertung:

- Erweiterung des Versuchsprogramms um quasistatische Eindringvorversuche an PU-Schaum und Dämpferbeton: Anpassung eines hydraulischen 5MN-Druckprüfstandes und Durchführung an Proben mit 20cm Kantenlänge unter Verwendung eines Eindringobjektes mit quadratischem Querschnitt der Kantenlänge 10cm.
- Konkretisierung des Versuchsprogramms für Phase III nach Abstimmungsgespräch BAM / WTI / Hochtief und Auswertung der Eindringvorversuche (s.o.); Planung der Konstruktion der Dämpferbeton-Versuchskörper (gefügte Würfel für Druckversuche / Platten für Eindringversuche / Fundament für Großversuch)
- Optimierung der Versuchseinrichtung für Phase II (Führungsfallprüfstand) nach Vorversuchen; Festlegung der Fallkonfigurationen K1 und K2 (Fallhöhe / Fallmasse) für die Werkstoffe Dämpferbeton und PU-Schaum (FR3718 / FR3730); Durchführung von je 5 bzw. 3 Stauchversuchen pro Konfiguration, Werkstoff und Temperatur; Auswertung und Gegenüberstellung der Ergebnisse mit Daten aus weggesteuerten Stauchversuchen der Phase I

Materialmodellentwicklung und Nachrechnungen der Versuche:

- Simulation der PU-Schaum-Versuche unter Berücksichtigung der Temperaturabhängigkeit (unabhängige Parametersätze für jeden Schaumtyp / jede Temperatur);
- Vorüberlegungen zur Erweiterung des PU-Schaum-Materialmodells um nicht-konstanten Skalierungsfaktor zur Erfassung der Dehnratenabhängigkeit sowie um Schubversagen
- Modifikation der LS-Dyna-Materialroutine MAT_075 und Nachrechnung der Holzversuche; Ableitung erforderlicher Eigenschaften für ein neues Materialmodell für Holz anhand der bisherigen Simulationsergebnisse
- Beginn der Entwicklung und Implementierung eines neuen, anisotropen Materialmodells für Holz

4. Geplante Weiterarbeiten

- Abschluss der Versuchsphase I (Durchführung von temperierten, weggesteuerten Stauchversuchen an Holzproben)
- Abschluss der Versuchsphase II (Holz sowie Konfiguration K3 für PU-Schaum)
- Durchführung von Kompressionsversuchen an gefügten Dämpferbetonproben (Versuchsphase III.a)
- Vorbereitende Arbeiten für Versuchsphase III.b: Aufbau der Dämpferbetonplatten und der zugehörigen Rahmenkonstruktionen; Herstellung der Eindringkörper; Anpassung des Führungsfallprüfstandes für Eindringversuche
- Nachrechnungen der abgeschlossenen Versuche am Führungsfallprüfstand mit bisherigen Modellparametern
- Programmierung der Algorithmen zur Erweiterung des PU-Schaum-Materialmodells (s. o.); Ermittlung der entsprechenden Materialparameter gültig für alle Versuche der Phasen I und II
- Weiterentwicklung des Materialmodells für Holz und Ableitung der benötigten Parameter aus den Versuchen der Phasen I und II; Nachrechnung der Versuche

5. Berichte, Veröffentlichungen

Kasperek, E., Scheidemann, R., Zencker, U., Völzke, H.: Numerical and experimental investigations of temperature effects on dynamically loaded polyurethane foams, XI International Conference on Computational Plasticity (COMPLAS), Barcelona, September 2011

Eisenacher, E., Neumann, M., Scheidemann, R., Wille, F., Droste, B.: Approach for a finite element material model for wood for application in mechanical safety cases of transport packages, INMM 52nd Annual Meeting, Palm Desert, July 2011

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: WTI Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Karl-Heinz-Beckurts-Str. 8, 52428 Jülich | | Förderkennzeichen: 02 S 8598 |
| Vorhabensbezeichnung: Qualifikation und Erprobung von stoßdämpfenden Strukturen und Materialien zur Optimierung/Reduzierung der Beanspruchung von Verpackungen zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau (QUEST) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2008 bis 31.03.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 689.449,00 EUR | Projektleiter: Dipl.-Ing. Vallentin | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Die Aktivitäten der beteiligten Projektpartner (BAM, GNS, WTI) wurden im Rahmen von regelmäßigen Projektgesprächen und Arbeitsgruppentreffen aufeinander abgestimmt. Das 7. Projektgespräch hat am 02. Dezember 2011 in Essen bei der GNS stattgefunden.

Die Bereitstellung des Probenmaterials für die experimentellen Belastungstests durch die BAM wurde inklusive aller Nachlieferungen abgeschlossen.

Zum Einsatz und zur Verwendung des Dämpferbetons im Rahmen der Verprobung hat am 22. September 2011 ein Abstimmungsgespräch zwischen WTI und Hochtief stattgefunden. Der Einbau und die Verwendung des Probenmaterials werden im Jahr 2012 erfolgen. Hochtief wird die BAM vereinbarungsgemäß unterstützen und den Einbau nach den Vorgaben der BAM in Berlin durchführen.

Im zweiten Halbjahr 2012 wurde ein Teil der Untersuchungen mit dem geführten Fallprüfstand an Materialproben aus Holz, Dämpferbeton und PU-Schaum bei variablen Fallhöhen durchgeführt. Die Auswertung dieser Messdaten und der Messdaten an den hydraulisch gesteuerten Versuchsaufbauten wurde begonnen und sukzessive weiter fortgesetzt.

Zur effektiven Fortsetzung der Arbeiten wurde ein Antrag zur Aufstockung der Finanzmittel und Laufzeitverlängerung bis zum 31.03.2013 gestellt und durch das BMBF bewilligt.

Für die Auswertung und die numerische Nachrechnung der Versuche sind die Arbeiten weiter vorangetrieben worden, so dass mit den Simulationsrechnungen des Materialverhaltens von PU-Schaum Anfang 2012 begonnen werden kann.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Begleitung der Entwicklungsarbeiten zum Einsatz des geführten Fallprüfstandes bei der BAM in Horstwalde.
- Abstimmung der Vorgehensweise und der Verfahren zur Durchführung der Eindringversuche an den Dämpferbetonplatten am geführten Fallprüfstand der BAM.
- Aufbereitung und Auswertung der Versuchsergebnisse aus den abgeschlossenen Untersuchungen der BAM.
- Analyse der vorliegenden Rohdaten für eine numerische Bearbeitung mit dem Ziel, umfangreiche und eingehende Simulationsrechnungen mit den Probenmaterialien durchzuführen.
- Sukzessive Nachrechnung der zahlreichen dynamischen Versuche durch FE-Simulationsmethoden.
- Fortsetzung der Parameteridentifikation zur Anpassung von möglichen Materialgesetzen für die dynamischen Probenanalysen.
- Verfeinerung der Vorgehensweise bei der Parameteridentifikation für die gefundenen Materialgesetze.
- Bewertung der gefundenen Parameter für die numerischen Simulationen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8608 |
| Vorhabensbezeichnung: ASTU Automatische Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2009 bis 29.02.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 259.300,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Gentes | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Entwurf und Bau eines Grundversuchsstandes mit integrierter Messsensorik

AP2: Grundlagenversuche

AP3: Spezielle Leistungsuntersuchungen

AP4: Modellbildung

AP5: Strömungsuntersuchungen

AP6: Korrosionsverhalten und Wasserchemie

AP7: Emissions- und Immissionsverhalten

AP8: Strahlenexposition beim Seilsägen

AP9: Optimierung und Weiterentwicklungen

AP10: Schlussbericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Arbeitspaket 3: Spezielle Leistungsuntersuchungen

Es wurde eine Versuchsreihe mit vergrößerten Eingriffswinkeln durchgeführt, um diesen Parameter genauer zu klassifizieren. Durch das Herabsenken der Probe um 5 cm stellte sich eine um ca. 30 % schnellere Schnittzeit ein. Das Diamantseil zeigte jedoch keinen größeren Verschleiß als bei der vorherigen Reihe mit den kleineren Eingriffswinkeln.

Weiterhin wurde eine Versuchsreihe mit einem erhöhten Anpressdruck durchgeführt, um auch diesen Parameter genauer bestimmen zu können. So wurde der Anpressdruck von 1,5 bar auf 2,0 bar erhöht. Dieser um 33 % erhöhte Vorschubdruck schlug sich jedoch im Vergleich nur minimal auf die Trennzeit aus. Diese lag im Schnitt um ca. 15 % tiefer als bei der Vergleichsreihe.

Die beiden Versuchsreihen haben eindeutig gezeigt, dass der Eingriffswinkel einen wesentlich größeren Einfluss auf die Trennleistung besitzt als der Vorschubdruck.

Weiterhin wurden thermografische Untersuchungen durchgeführt, um die Temperaturen besser einordnen zu können. So zeigte sich, dass die Temperatur des Diamantseiles, bei einer Kühlung mit Wasser, nicht heißer wird als 30 °C. Die höchsten gemessenen Temperaturen traten in den Lagern der Umlaufrollen auf, die ca. 60 °C betragen.

4. Geplante Weiterarbeiten

Arbeitspaket 4: Modellerstellung

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

5. Berichte, Veröffentlichungen

Es wurde ein Beitrag zur KONTEC 2011 veröffentlicht.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen | | Förderkennzeichen: 02 S 8619 |
| Vorhabensbezeichnung: EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2009 bis 30.09.2011 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 30.09.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 254.000,00 EUR | Projektleiter: Dr. Schartmann | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Analyse und Definition der Anforderungen
- AP2: Architektur der Software
- AP3: Erstellung eines Objektmodells
- AP4: Implementierung
 - AP4.1: Aspekte
 - AP4.2: Auswertemodul
 - AP4.3: Importschnittstellen
 - AP4.4: Dokumentation, Berichte und Exportschnittstellen
 - AP4.5: Andere Geschäftslogik
 - AP4.6: Datenbank
 - AP4.7: Grafische Benutzerschnittstelle
- AP5: Integrationstest
- AP6: Abschlussdokumentation

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1 bis AP3:

Die Arbeitspakete wurden vor dem Berichtszeitraum abgeschlossen.

AP4: Implementierung

Für die Implementierung der Software sind im Rahmen der Planung des Vorhabens insgesamt sieben Einzelpakete identifiziert worden. Die Implementierung der Zugriffsschicht zur *Datenbank*, der *Aspekte*, der *Importschnittstellen*, der *Auswertung* und der *Dokumentation (Erstellung von Berichten)* wurde vor dem Berichtszeitraum abgeschlossen. Dies gilt ebenfalls für das im Rahmen der Aufstockung vorgesehene *Recherchemodul* und die *Sonstigen Arbeiten* wie Authentifizierung der Benutzer, Umsetzung des Rollenmodells etc.

Im Berichtszeitraum wurde die *grafische Schnittstelle* implementiert. Damit ist es nun möglich, die in der Datenbank erfassten Daten zu den baulichen Strukturen auch grafisch darzustellen.

Im Berichtszeitraum wurden außerdem die Algorithmen zur Implementierung von *Standardgeometrien für Messungen mit In-situ-Gammaskpektrometrie* implementiert. Damit können in PUG eine Anzahl von Standardgeometrien verarbeitet werden, die vorher mit dem Programm des Herstellers berechnet wurden. Da die Angaben zur Messgeometrie in PUG vorliegen, kann PUG aus den Standardgeometrien eine abdeckende auswählen. Messungen, die vom Bediener des Messgeräts mit einer Einheitsgeometrie ausgewertet wurden, können dann von PUG auf die Auswertung in einer Standardgeometrie umgerechnet werden.

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

Für die Implementierung der zusätzlichen Funktionalität sind jeweils Korrekturen an der Graphischen Benutzeroberfläche durchgeführt worden. Die zusätzlichen Daten und Informationen sowie ihre Beziehungen untereinander erhöhen dabei zunehmend die Komplexität des Systems. Es wurde daher auf eine einfache und transparente Benutzerführung geachtet, die den Benutzer für eine konsistente und vollständige Dateneingabe mit entsprechenden Hilfsmitteln unterstützt. Im Laufe der konkreten Ergänzung der einzelnen Module ergab sich daher immer wieder die Notwendigkeit, Korrekturen und Erweiterungen am Objektmodell und der Datenbank vorzunehmen.

Weitere Arbeiten im Berichtszeitraum waren die Erstellung und Erweiterung von automatisierten Tests für alle beteiligten Softwarekomponenten.

Die Arbeiten zum AP4 wurden damit im Berichtszeitraum abgeschlossen.

AP5: Integrationstests

Im Berichtszeitraum wurde die Durchführung von Integrationstests abgeschlossen. Die Interaktion aller Bausteine der Software wurde nach praktisch vollständigem Abschluss der Implementierung geprüft. Nachdem bereits in der Implementierungsphase mit Hilfe automatischer Testmethoden bereits eine sehr hohe Qualität der einzelnen Module sichergestellt wurde, konnte in diesem AP der Hauptaugenmerk auf das Abfangen von Fehlbedienungen der Benutzer und die Optimierung der Benutzerführung gelegt werden.

AP6: Abschlussdokumentation

Die Software wurde ausführlich dokumentiert. Neben der Kommentierung des Quelltexts wurden ein Benutzerhandbuch und ein Administratorhandbuch fertiggestellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover | | Förderkennzeichen: 02 S 8629 |
| Vorhabensbezeichnung: Prozessentwicklung zur trockenen Bearbeitung von metallischen und mineralischen Strukturen beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (ProBeSt) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.04.2009 bis 30.06.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 287.971,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Denkena | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1: Erstellung eines Anforderungsprofils für Werkzeug und Maschine
- AP2: Aufbau des Versuchsstandes und der Messkette, Herstellung der Versuchswerkstücke
- AP3: Schnittuntersuchungen an Stahlbauteilen zur Ermittlung der auftretenden Prozesstemperaturen (ohne Kühlung)
- AP4: Entwicklung eines Kühlmedium-Zufuhrsystems zur Kühlung des Seils (ohne flüssigen Kühlschmierstoff)
- AP5: Entwicklung eines Systems zur Erfassung bzw. Absaugung der metallischen Späne und zur Säuberung des Werkzeuges
- AP6: Herstellung und Einsatz von Seilschleifwerkzeugen mit alternativen Schneidstoffen
- AP7: Maschinenentwicklung
- AP8: Aufbau eines Gesamtsystems und ganzheitliche Überprüfung der Leistungsfähigkeit
- AP9: Erweiterung des Anwendungsfeldes des neuen Systems auf Beton/Stahl-Verbunde
 - a) Anpassung der Staubabsaugung
 - b) Schnittuntersuchungen an Stahl/Beton-Verbunden
 - c) Anpassung der Kühlparameter
 - d) Ganzheitliche Überprüfung der Systemleistungsfähigkeit
- AP10: Dokumentation

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP5: Das entwickelte System zur Staubabsaugung wurde im Studienzentrum für Kernenergie in Mol, Belgien, an nicht armierten Betonstrukturen eingesetzt. Auch für diese im Vergleich zu metallischen Spänen schwerer zu erfassenden mineralischen Stäube wurden Erfassungsgrade $> 95\%$ erzielt. Diese Werte entsprechen nahezu der Zielsetzung für dieses Vorhaben (SOLL: 97%).

Für die Umsetzung des flexiblen Einhausungskonzepts für komplizierte Werkstückgeometrien wurde auf der EMO 2011 eine Befragung geeigneter Unternehmen durchgeführt. Aus den Rückmeldungen ging hervor, dass sich bestehende, für andere Anwendungszwecke entwickelte Konzepte nicht eignen, um die Einhausungsaufgabe zu erfüllen. An einer entsprechenden Weiterentwicklung zeigte zunächst keines der befragten Unternehmen Interesse.

AP6: Die mit alternativen Schneidstoffen durchgeführten Seilschleifuntersuchungen zeigen, dass weder mono- noch mikrokristallines CBN geeignet sind, Diamant beim trockenen Einsatz an Stahl zu substituieren. Daneben zeigen die Untersuchungen mit trocken eingesetzten Diamant-Seilschleifwerkzeugen, dass der thermisch induzierte Diamantverschleiß nicht das Hauptversagenskriterium darstellt. Kritischer ist die thermische Beeinflussung der Seilgummierung einzustufen, welche sich in chemischen Zersetzungsprozessen und dem daraus resultierenden Komplettversagen des Werkzeugs zeigt.

AP7/8: Zum aktuellen Zeitpunkt sind Prototypen der vom Projektpartner Husqvarna entwickelten mobilen, tauchend arbeitenden Seilschleifmaschine in Verbindung mit dem neu entwickelten Kühlsystem in Feldversuchen im Einsatz. Diese Maschinen sind mit einer elektrischen Antriebseinheit ausgerüstet und für die Verwendung verschleißter Werkzeuge ausgelegt. Hierdurch werden höhere Seilvorspannungen möglich, welche einem Verhalten des Werkzeugs an kritischen Werkstückgeometrien entgegenwirken. Auf diese Weise wird die Seilschleiftechnologie auch an Strukturen einsetzbar, welche vorher mit alternativen Zerlegeverfahren bearbeitet werden mussten.

AP9: Für die Durchführung wassergekühlter, trockener und druckluftgekühlter Seilschleifuntersuchungen wurden Werkstücke mit variierenden Armierungsanteilen beschafft und für die vorgesehenen Untersuchungen präpariert. Der Beginn der Untersuchungen ist für KW9/10 2012 terminiert.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP5: Es ist geplant, die Recherche nach geeigneten Partnern für die Umsetzung des flexiblen Einhausungskonzepts gegebenenfalls auch über das Projektende hinaus fortzusetzen. Die Weiterentwicklung und Umsetzung des Konzepts würde dann bilateral zwischen dem Hersteller und den Konsortialpartnern aus dem Vorhaben ProBeSt erfolgen.

AP6: Entgegen dem ursprünglichen Ansatz, die Identifikation einer neuartigen, temperaturbeständigen Seilgummierung zum Arbeitsprogramm dieses Forschungsvorhabens hinzuzufügen, ist nun geplant, diesen Ansatz aufgrund des Umfangs der zu erwartenden Arbeiten in einem gesonderten Forschungsvorhaben weiter zu verfolgen.

AP8: Für die nächste Evolutionsstufe der Staubabsaugung ist geplant, Kühlsystem und Staubabsaugung in einem Bauteil zusammenzufassen und somit die Summe der Einzelbaugruppen (Maschine, Staubabsaugungskomponenten, Kühlsystemkomponenten) zu reduzieren. Dies soll zu einem erleichterten Einsatz in der Praxis beitragen.

AP9: Für die letzte Projektphase ist vorgesehen, zunächst wassergekühlte Seilschleifuntersuchungen mit variierenden Schnittgeschwindigkeiten und Vorschubdrücken an zwei unterschiedlich armierten Stahl-Beton-Bauteilen durchzuführen. Diese werden den Ergebnissen aus Seilschleifuntersuchungen ohne Prozesskühlung gegenüber gestellt. Anhand dieser Gegenüberstellung kann der thermisch induzierte Verschleiß identifiziert und quantifiziert werden. In einer dritten Versuchsreihe wird das trocken eingesetzte Seilschleifwerkzeug unter Verwendung der Kühleinheit eingesetzt. Ziel ist es, die Leistungsfähigkeit der Kühleinheit derart anzupassen, dass der thermisch induzierte Verschleiß auf ein Minimum reduziert wird. Erste Ergebnisse aus diesen Versuchsreihen werden für KW 12/13 erwartet, der Abschluss dieser Untersuchungen ist für KW 20 geplant.

5. Berichte, Veröffentlichungen

In Ausgabe 8/9-2011 der Fachzeitschrift „atw – International Journal for Nuclear Power“ erfolgte unter dem Titel „Anpassung der Seilschleiftechnologie an die besonderen Anforderungen des Rückbaus kerntechnischer Anlagen“ die Veröffentlichung der bisherigen Forschungsergebnisse. Für das Jahr 2012 ist sowohl eine Veröffentlichung in der „Diamant Hochleistungswerkzeuge“ (voraussichtlich Ausgabe 3-2012) als auch eine Veröffentlichung in einem internationalen reviewten Journal (voraussichtlich IJAT - International Journal for Abrasive Technologies oder WGP - Production Engineering) geplant.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: sat. Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms | | Förderkennzeichen: 02 S 8639 |
| Vorhabensbezeichnung: Neue Verfahrenstechnik zur Dekontamination und Probenahme in kontaminierten Rohrleitungen mittels Vibrationstechnik | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2009 bis 30.09.2011 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 297.800,00 EUR | Projektleiter: Dipl.-Ing. Gese | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Entwurf und Aufbau eines Versuchsstandes
Die bisherigen Versuche zur Qualifizierung des Vibrationsverfahrens wurden manuell durchgeführt. Es wurde vor dem Versuch die zu untersuchenden Versuchsparameter eingestellt, der Versuch gestartet und anschließend der Versuch ausgewertet. Der hohe

manuelle Anteil kann nur während der Qualifizierung des Verfahrens gerechtfertigt werden. Für den späteren Anwender soll das Verfahren vollkommen automatisiert durchgeführt werden, um damit die Strahlenbelastung des Personals während des Dekontaminationsvorgangs auf ein Minimum zu reduzieren. Das Vibrationsverfahren bietet einige Möglichkeiten zur vollständigen Automatisierung an. Um diesen Sachverhalt generell zu untersuchen, wurde im Rahmen dieses Arbeitspakets entsprechende Steuerung- und Regelungsbauteile angeschafft. Zurzeit werden die Bauteile für die Regelung und Steuerung der Prozessparameter in dem vorhandenen Versuchsstand integriert und eine Regelungsstrategie entwickelt. Eine mögliche Regelungsstrategie hierfür basiert auf die Überwachung des Vorschubs oder der Drehbewegung des Werkzeugträgers im Rohr während des Dekontaminierens. Des Weiteren sollen die restlichen Parametergrößen in Abhängigkeit dieser Größen angepasst werden, um einen optimalen Abtrag zu gewährleisten.

Das Entfernen der Ablagerungen geschieht durch Schläge die durch das Bearbeitungswerkzeug hervorgerufen werden. Die Erfassung dieser Schläge und die Ermittlung der Wirkungen der Einflussfaktoren sind daher für das Verständnis des Verfahrens wichtig. Deshalb wurde ein weiterer Versuchsstand aufgebaut, um die Schlagentwicklung im Rohrinernen zu erfassen. Dieser Versuchsstand erlaubt die Untersuchung der Schläge an kleineren Rohrstücken. Hierzu wird das entsprechende Rohr durch vier Scherkraftsensoren von außen festgehalten. Kommt es zu Schlägen im Rohrinernen, so werden diese Sensoren ausgelenkt und messen die auftretenden Kräfte. Mithilfe des Programmes Matlab wurde ein Auswertalgorithmus programmiert, welcher die auftretenden Schläge im Rohr nach ihrer Intensität, Richtung und Häufigkeit klassifiziert. Damit kann der Beanspruchungszustand in der Rohrinnenfläche erfasst und diese in Abhängigkeit der Einflussfaktoren untersucht werden.

AP6: Untersuchungen zur Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Prozessgrößen und den Einflussfaktoren

Es konnte in den Versuchsreihen gezeigt werden, dass der Durchmesser des Bearbeitungswerkzeuges einen großen Einfluss auf die Entfernung der Rohrablagerungen aufweist. Größere Werkzeugdurchmesser führen in der Regel zu einem besseren Abtrag. Jedoch hat sich auch gezeigt, dass bei größeren Werkzeugdurchmessern ein Feststecken des Werkzeugs im Rohr auftritt und deswegen der Versuch abgebrochen werden muss. Zum Lösen dieses Problems wurde das Bearbeitungswerkzeug kegelförmig ausgeführt. Damit kann eine allmähliche Entfernung der Ablagerungen durch anwachsende Werkzeugdurchmesser erfolgen. Es konnte gezeigt werden, dass dadurch nicht nur ein deutlich besserer Abtrag erzielt werden konnte sondern auch, dass der Dekontaminationsvorgang ohne ein Unterbrechen möglich ist.

AP9: Dokumentation und Schlussbericht

Da das Projekt am 30.09.2011 ausgelaufen ist, wird aktuell der Abschlussbericht angefertigt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: HERRENKNECHT AG, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau | | Förderkennzeichen: 02 S 8649 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2009 bis 30.06.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 691.348,00 EUR | Projektleiter: Dipl.-Ing. Edelmann | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Recherche zum Stand der Technik und Konzipierung des neuen Schneidgerätes

AP2: Verifikation der angestrebten Schneidtechnologie

AP3: Konzeption, Auslegung, Fertigung und Montage der Manipulatoranbindung

AP4: Entwicklung, Fertigung und Montage der Fördereinrichtung für den Abraum

AP5: Funktionstest des Prototyps im Labor

AP6: In-situ-Testreihe

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Nachdem die umfangreichen Voruntersuchungen zur Schneidtechnik im ersten Halbjahr 2011 abgeschlossen wurden, haben wir uns im zweiten Halbjahr 2011 auf die Umsetzung des Prototypenwerkzeuges konzentriert. Hierzu wurde das Gesamtwerkzeugkonzept (Schneidtechnik, Manipulator, Absaugung) weiter detailliert und an die Anforderungen angepasst. Nachdem die technisch aussichtsreichsten Lösungen erarbeitet und die genauen Schnittstellen zwischen den Hauptkomponenten definiert waren, wurden Fertigungszeichnungen der erforderlichen Bauteile erstellt und die Fertigung beauftragt. Ebenfalls wurden die benötigten Zukaufteile angefragt und bestellt. Parallel zu den mechanischen Bauteilen wurde die Planung der Hydraulik, Elektrik und Steuerung begonnen. Hierzu wurde der genaue Prozessablauf definiert und die Hydraulikpläne erstellt. Auf dieser Basis wurden mit den Elektrik- und Steuerungsplanungen begonnen sowie erste Überlegungen bei der Steuerungsprogrammierung getätigt.

Um das Materialfördersystem bzw. das Absaugsystem effizient zu nutzen, wurden erste Absaugversuche mit verschiedenen Saugglocken durchgeführt. Hierbei konnten erste Grenzen und Möglichkeiten der Absauganlage ermittelt werden. Durch die Einbindung eines Zyklonenabscheiders in den Förderstrang und eine entsprechend ausgebildete Steuerung kann das abgetragene Material effizient abgesaugt werden.

Zur weiteren Optimierung der Werkzeugstandzeit im Fräsprozess wurden weiterführende Detailversuche auf dem Prüfstand durchgeführt. Durch den Einsatz eines Spezialfräasers mit rotatorisch frei gelagerten, runden Wendeschneidplatten, konnte die Standzeit weiter erhöht werden. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass durch die freie Rotation der Wendeschneidplatten die Standzeit um etwa den Faktor zwei erhöht werden kann.

4. Geplante Weiterarbeiten

Nach erfolgter Fertigung und Beschaffung der einzelnen Bauteile werden die Komponenten montiert und die Hydraulik- und Elektrikkomponenten in den Werkzeugprototypen (Schneidtechnik, Manipulator, Absaugung) integriert. Parallel hierzu wird ein Schaltschrank mit entsprechender Steuerung aufgebaut.

Nach erfolgter Montage wird eine Inbetriebnahme durchgeführt, bei der alle Funktionen des Prototypen auf die Erfüllung der erforderlichen Funktion überprüft werden. Für auftretende Probleme werden die erforderlichen Anpassungen der Steuerung oder ggf. auch der mechanischen Bauteile in dieser Projektphase durchgeführt. Ebenso werden beim ersten Funktionstest die einzelnen Prozessparameter im Leerlauf eingestellt und ggf. angepasst.

Nach erfolgreichem Abschluss des Funktionstests werden Schneidversuche an Versuchsbetonblöcken durchgeführt. Hierzu wird ein Versuchsbereich auf dem Freigelände des TMB eingerichtet. Als Versuchsobjekte werden Stahlbeton- Probekörper erstellt, die in ihrer Festigkeit und dem Bewehrungsgehalt ein realistisches Abbild der realen Gebäudestruktur in kerntechnischen Anlagen aufweisen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Kurzvortrag zur Jahrestagung Kerntechnik 2011; Ein entsprechender Sektionsbericht mit Erläuterung des Projektes ist in der *International Journal for Nuclear Power*, 56. Jg. (2011), Heft 12 (ISSN 1431-5254) abgedruckt.

Vorstellung des Projektes im Rahmen der KONTEC 2011 in Form einer Posterpräsentation und Veröffentlichung im entsprechenden Tagungsband.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8659 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2009 bis 30.09.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 753.861,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Gentes | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Die Recherchen zum Stand der Technik und die Konzipierung des neuen Schneidgerätes sind abgeschlossen.
- AP2: Verifikation der angestrebten Schneidtechnologie
Um den derzeit limitierenden Faktor des Abtragsverfahrens, die Standzeit des Fräswerkzeuges, weiter zu erhöhen, wurden weitere Versuchsreihen mit einem Spezialfräser durchgeführt. Bei diesem Spezialfräser sind die runden Schneidplatten frei drehbar gelagert, so dass diese über ihren gesamten Umfang am Schneidprozess ohne manuellen Eingriff mitwirken können.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse zeigte, dass eine Erhöhung der Standzeit um das ca. 2-fache gegenüber bisher getesteten Standardfräsern erreicht werden könnte. Die Versuchsreihen und somit die Verifikation der Schneidtechnologie wurden im vorliegenden Berichtszeitraum beendet.

- AP3: Konzeption, Auslegung, Fertigung und Montage der Manipulatoranbindung
Die Manipulatoranbindung wurde kontinuierlich an die konkreten Anforderungen angepasst, um eine passgenaue Zusammenführung der einzelnen Komponenten (Schneidwerkzeug, Manipulator, Absauganlage) zu gewährleisten. Nach der endgültigen Berechnung der Bauteile erfolgte die Anfertigung entsprechender Zeichnungen. Des Weiteren wurde mit der Herstellung der einzelnen Bauteile, der Beschaffung von Zukaufteilen sowie der Umsetzung der Steuerung begonnen.
- AP4: Entwicklung, Fertigung und Montage der Fördereinrichtung für den Abraum
Nach Festlegung des Gesamtkonzeptes waren die Randbedingungen für die Fördereinrichtung gegeben und es wurde eine entsprechend konzipierte Sauganlage beschafft. Durch die Einbindung eines Zyklonabscheiders in den Förderstrang sowie eine entsprechend ausgebildete Steuerung der Anlage ist ein manueller Eingriff nur in sehr geringem Umfang erforderlich. Weiterhin wurden diverse Möglichkeiten der Anordnung des Saugstutzens am Abtragswerkzeug untersucht und bewertet.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Recherche zum Stand der Technik und Konzipierung des neuen Schneidgerätes
Abgeschlossen.
- AP2: Verifikation der angestrebten Schneidtechnologie
Abgeschlossen
- AP3: Konzeption, Auslegung, Fertigung und Montage der Manipulatoranbindung
Nach erfolgter Fertigung der einzelnen Bauteile werden diese montiert und bilden zusammen mit dem Abtragswerkzeug und dem Absaugstutzen den Manipulator. Weiterhin erfolgt die Umsetzung der entsprechenden Steuer- und Regelungstechnik, um die Funktionen des Manipulators bewerkstelligen zu können.
- AP4: Entwicklung, Fertigung und Montage der Fördereinrichtung für den Abraum
Zur Optimierung der Saugleistung werden verschiedene Versuchsreihen durchgeführt, um einen geeigneten Querschnitt des Saugstutzens für das anfallende Abbruchgut unter Berücksichtigung des zur Verfügung stehenden Bauraumes zu erhalten. Des Weiteren erfolgt die Anbindung der Sauganlage an den Manipulator sowie die ebenfalls erforderlich Umsetzung der Steuerung.
- AP5: Funktionstest des Prototyps im Labor
Nach Montage der einzelnen Komponenten sowie der Vervollständigung der Steuer- und Regelungstechnik wird der Manipulator auf seine Funktionen getestet. Dabei werden ggf. auftretenden Probleme behoben sowie die einzelnen Betriebsparameter angepasst.
- AP6: In-situ-Testreihe
Nach erfolgreichem Abschluss des Manipulator-Funktionstests im Labor werden entsprechende Abtragsversuche auf dem Freigelände des TMB durchgeführt. Die Versuchsreihen erfolgen an Betonblöcken, die eine vergleichbare Betonfestigkeit sowie einen analogen Bewehrungsgehalt wie real existierende Gebäudestrukturen im kerntechnischen Bereich aufweisen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Zur Jahrestagung Kerntechnik 2011 wurde das Projekt INAS im Rahmen eines Kurzvortrages einem breiten Fachpublikum vorgestellt. Ein entsprechender Sektionsbericht mit Erläuterung des Projektes ist in der atw – International Journal for Nuclear Power, 56. Jg. (2011), Heft 12 (ISSN 1431-5254) abgedruckt.

Außerdem wurde das Projekt auf der KONTEC 2011 in Form einer Posterpräsentation vorgestellt und in dem zugehörigen Tagungsband veröffentlicht.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München | | Förderkennzeichen: 02 S 8669 |
| Vorhabensbezeichnung: Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2009 bis 30.09.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 443.255,00 EUR | Projektleiter: Dr. Bücherl | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Eine abschließende Liste von ca. 35 für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfallgebinde möglicherweise relevanter Beta-Strahler wurde erstellt.

Für die Auswertung von Gamma-Spektren wurde ein auf 6 Schritten basierendes Verfahren erarbeitet, mit dessen Hilfe die enthaltenen nachweisbaren Beta-Strahler (entsprechend der oben genannten Liste) über deren Bremsstrahlungsbeiträge im Gamma-Spektrum identifiziert werden können. Das Verfahren wurde und wird mit realen Messdaten und bekannten Aktivitäten überprüft und bei Bedarf verbessert. Im vierten Schritt des Verfahrens erfolgt eine Simulation des Gamma-Spektrums ohne Bremsstrahlungsanteile. Dieses Ergebnis wird vom gemessenen Gamma-Spektrum (mit Bremsstrahlungsanteil) abgezogen (fünfter Schritt). Das verbleibende Restspektrum enthält Bremsstrahlungsanteile, Beiträge durch statistische Schwankungen der Simulations- und Messergebnisse sowie durch Informationsdefizite bei der Simulation der enthaltenen Gamma-Strahler. Mit der Interpretation dieses Restspektrums (sechster Schritt) wurde begonnen.

Aufgrund der großen Bedeutung der Simulation der Gamma-Spektren lag ein Hauptaugenmerk der Arbeiten im Berichtszeitraum weiterhin in der Optimierung und Verbesserung der Simulationen von Aktivitätsmessungen mittels des kostenfreien Programms EGS (Electron Gamma Shower Monte Carlo Transport Code). Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf die Extraktion der im Gamma-Spektrum enthaltenen Bremsstrahlungsanteile gelegt (fünfter Schritt).

4. Geplante Weiterarbeiten

Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass möglichst exakte Beschreibungen von Detektor- und Messgeometrie erforderlich sind, um das vorgegebene Ziel des Projektes zu erreichen, die Identifikation der Beta-strahlenden Nuklide in radioaktiven Abfallgebinden. Dieser Punkt wird in den nachfolgenden Arbeiten vertieft berücksichtigt. Parallel hierzu wird das Verfahren durch Messungen an weiteren Kalibrationsgebinden sowie realen Abfallgebinden verifiziert bzw. weiter ausgearbeitet.

Die Ergebnisse der Bestimmung der möglicherweise relevanten Beta-Strahler werden in einem Bericht zusammengefasst.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | | |
|--|--|---|--|
| Auftragnehmer: DBE Technology GmbH, Eschenstr. 55, 31224 Peine | | Förderkennzeichen: 02 S 8679 | |
| Vorhabensbezeichnung: Status quo der Lagerung ausgedienter Brennelemente aus stillgelegten / rückgebauten deutschen Forschungsreaktoren und Strategie (Lösungsansatz) zu deren künftigen Behandlung / Lagerung | | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2009 bis 31.12.2011 | | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 124.793,00 EUR | | Projektleiter: Dipl.-Ing. Tholen | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Rahmen des Vorhabens FKZ 02 S 8679 wurde der aktuelle Stand der Lagerung bzw. Behandlung der Forschungsreaktor- Brennelemente erstellt und darauf aufbauend ein Lösungsansatz für deren künftige Behandlung/Lagerung entwickelt. Es wurde das Abfallmengenregister der Brennelemente aus deutschen Forschungsreaktoren, die für eine Endlagerung in Deutschland zu berücksichtigen sind, ermittelt. Dazu zählen die Brennelemente aus den beiden Hochtemperaturreaktoren AVR und THTR 300, die nicht wiederaufgearbeiteten Brennstäbe des KNK II sowie des Nuklearschiffs Otto-Hahn, die Brennelemente des RFR und des FRM II sowie die ab 2019 anfallenden Brennelemente des BER II und des FRMZ. Diese Brennelemente/Brennstäbe werden beschrieben und charakterisiert, vor allem im Hinblick auf ihre endlagerrelevanten Eigenschaften.

Da es bislang keine zugelassenen Endlagerbehälter für die Brennelemente/Brennstäbe gibt, erfolgte eine Beschreibung der als geeignet erscheinenden Behälter. Dazu zählen die Transport- und Lagerbehälter (CASTOR®-Behälter), die für die Zwischenlagerung der Brennelemente/Brennstäbe der Forschungsreaktoren verwendet werden, und alternativ dazu die für die Bohrlochlagerung für die Brennstäbe der Leistungsreaktoren vorgesehene Brennstabkokille. Sowohl für die Transport- und Lagerbehälter als auch für die Brennstabkokille erfolgte eine ausführliche Beschreibung. Es wurden die Gesamtaktivitäten, Volumina und Massen der Abfallbinde ermittelt. Darüber hinaus erfolgte für die Transport- und Lagerbehälter die Beurteilung der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen für die Endlagerung.

Basierend auf den ermittelten Daten zu den Brennelementen/Brennstäbe und den möglichen Endlagerbehältern erfolgte die Erstellung eines technischen Konzeptes für die Entsorgung dieser Brennelemente/Brennstäbe. In diesem Zusammenhang erfolgt die Integration der FR-BE in bestehende Endlagerkonzeptionen für Brennelemente/Brennstäbe aus deutschen Leistungsreaktoren und für Wiederaufarbeitungs-Abfälle für die Wirtsgesteine Salz und Ton. Es werden die Randbedingungen für eine Einlagerung in den beiden Wirtsgesteinen beschrieben und Transportabläufe über und unter Tage beschrieben. Es erfolgte eine Grubengebäudeplanung mit möglichen Einlagerungsfeldern für die unterschiedlichen Einlagerungsvarianten in den beiden Wirtsgesteinen. Des Weiteren erfolgt eine Abschätzung relevanter Konsequenzen für die Betriebs- und Langzeitsicherheit.

Zusammenfassend zeigte sich, dass eine Integration der Brennelemente/Brennstäbe aus Forschungsreaktoren in existierende Endlagerkonzepte in Deutschland ohne größere Veränderungen möglich ist. Voraussetzung dafür ist, dass die sich aus den Ergebnissen der Studie abgeleiteten Planungsschritte durchgeführt werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Es ist geplant die Vorhabensergebnisse auf der JK 2012 und auf anderen Tagungen, z.B. RRFM 2012, KONTEC 2013, zu veröffentlichen.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover | | Förderkennzeichen: 02 S 8689 |
| Vorhabensbezeichnung: TENORM-Sanierung im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzungen und Alltagswahrnehmung - TESSA | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2009 bis 30.04.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 267.039,00 EUR | Projektleiter: Dr. Riebe | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP5: Es wurden Interviews mit drei weiteren betroffenen Anwohnern geführt. Auf den Grundstücken dieser Personen haben bereits vorgezogene Sanierungen stattgefunden, so dass sie Aussagen über ihre Erfahrungen machen konnten, die sich auf den gesamten Sanierungsprozess beziehen.
- AP7: Die Auswertung der Interviews mit betroffenen Anwohnern und die Auswertung der Interviews mit den Strahlenschutz-Experten wurden zusammengeführt und sowohl miteinander, als auch mit den Ergebnisse aus Dokumenten- und Medienanalyse verglichen. Im Zuge dieser Zusammenführung zeichnen sich mehrere Problemfelder im Spannungsfeld zwischen Experteneinschätzung und Alltagswahrnehmung markant ab: (1) Probleme in der Risikokommunikation in Krisensituationen, (2) Probleme in der Vermittlung risikobasierter Gefährdungsabschätzungen und -entscheidungen, (3) Umsetzungsprobleme innerhalb des Managements von TENORM-Hinterlassenschaften aufgrund von Regelungslücken in der Strahlenschutzverordnung und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung sowie (4) die Problematik der unterschiedlichen Risikokontexte, in denen Betroffene und Experten agieren. Der Risikokontext wird auf Betroffenenseite durch die konkurrierende „Bedrohung“ diverser Schutzgüter wie Gesundheit, wirtschaftliche Situation und Image gebildet, innerhalb dessen schließlich eine individuelle Abschätzung und Gewichtung der unterschiedlichen Risiken stattfindet. Auf Expertenseite wird der Risikokontext wiederum durch die Teilnahme mehrerer Interessengruppen mit jeweils ungleichen Wertesystemen und Zielen im Zuge des Sanierungsverfahrens charakterisiert.
- AP8: Aufgrund der Erkenntnisse, die durch den Abgleich der Interviewergebnisse erarbeitet wurden, wird von der Erstellung eines Handlungsleitfadens für Strahlenschutzexperten abgesehen. Stattdessen werden für die genannten Problemfelder Empfehlungen mit Best-Practice-Beispielen erstellt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Weitere Dokumentation der Ergebnisse
- Erstellung von Empfehlungen mit Best-Practice-Beispielen für Sanierungs- und Strahlenschutzexperten

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover | | Förderkennzeichen: 02 S 8699 |
| Vorhabensbezeichnung: Innovative Lichtbogenverfahren für die Stilllegung und den Rückbau kerntechnischer Anlagen - Hot-Wire-Plasmaschneiden und Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden (Inno-Cut) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2009 bis 30.09.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.015.982,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Bach | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Die Drahtziehanlage des Instituts wurde instandgesetzt und es wurden Pulverförderer zum Zuführen der geringen Mengen der sehr feinen Pulver qualifiziert. Die Anlage wurde umfangreich eingestellt und erprobt, so dass die homogene Füllung der Kammern gewährleistet und nachgewiesen werden konnte. Es wurden Fülldrähte mit einer Aluminiumpulverfüllung, einer Magnesiumpulverfüllung und einer Thermitfüllung hergestellt. Die Drähte wurden anschließend auf einen Außendurchmesser von 2,75 mm gezogen.
- Es wurden Schneidversuche mit den hergestellten Fülldrähten durchgeführt. Hierbei zeigte sich eine große Abhängigkeit der Schneidleistung von der mittleren Partikelgröße der Pulver und des Pulverwerkstoffes. Die bisher größten Schneidleistungssteigerungen wurden mit einer sehr feinkörnigen Aluminiumpulverfüllung erreicht. Die Steigerung der Schneidleistung gegenüber einem konventionellen Stahlmassivdraht betrug dabei 37 %.
- Die durchgeführten Emissionsmessungen beim Schneiden mit reaktiven Fülldrähten kamen zum Ergebnis, dass teilweise eine Reduzierung der Emissionsrate an luftgetragenen Partikeln zu erreichen ist. So führte der Einsatz von Aluminiumpulverfülldrähten unter den gegebenen Voraussetzungen zu einer Reduzierung der luftgetragenen Emissionen um bis zu 50 %. Diese Reduktion ist darauf zurückzuführen, dass sich das reaktive Aluminiumpulver in unmittelbarer Nähe der Prozesszone an Oberflächen niederschlägt und nicht den Filtern zugeführt wird.
- Es wurde mit der Qualifikation des Hot-Wire-Plasmaschneidens unter Wasser begonnen. Die bisherigen Ergebnisse weisen eine im Vergleich zum atmosphärischen Schneiden um ca. 30-40 % geringere Schneidleistung nach, wobei die Höhe der Schneidleistungsreduzierung von der Schneidgeschwindigkeit und der Drahtzuführgeschwindigkeit abhängt. Weiterhin wurde festgestellt, dass die Schneidtiefe unter Wasser linear mit dem Brennerabstand abnimmt.
- Es wurden vergleichende Untersuchungen bezüglich der Schneidleistung des Hot-Wire-Plasmaschneidens mit dem konventionellen Plasmaschneiden durchgeführt, welche zu dem Ergebnis kamen, dass die Schneidleistung des Hot-Wire-Plasmaschneidens je nach verwendetem Prozessgas zwischen 60-75 % der Schneidleistung vom konventionellen Plasmaschneiden beträgt.
- Der Einfluss des zu trennenden Werkstoffes auf die erzielbaren Schneidleistungen wurde untersucht. Hierbei wurde festgestellt, dass beim Schneiden eines hochlegierten nichtrostenden Stahl je nach Prozessgas bis zu 25 % größere Schneidleistungen möglich sind als beim Schneiden eines unlegierten Stahls.
- Die der Installation des LSI-Brenners in der Schallschutzkabine wurde abgeschlossen.
- Es wurden erste Versuche zum Trennen massiver und hohler Strukturen mit dem Lichtbogen-Sauerstoff-Impulsschneiden durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

- Hot-Wire-Schneiden an Atmosphäre: Fülldrahtherstellung (Weiterführung), Kombination mit reaktiven Fülldrähten
- Hot-Wire-Schneiden unter Wasser: Einsatz von reaktiven Fülldrähten, Emissionsmessungen
- LSI-Schneiden: Versuche mit Massiv- und Fülldrähten an Atmosphäre, Versuche mit Massiv- und Fülldrähten unter Wasser
- Prozessanalyse: Stromspannungsanalysen

5. Berichte, Veröffentlichungen

H. Jakob, M. Petersen, T. Hassel, Prof. Fr.-W. Bach: Entwicklung eines LSI-Brenners: Wiederentdeckung des Lichtbogen-Sauerstoff-Impuls-Schneidens; Vortrag und Beitrag im Tagungsband der Großen Schweißtechnischen Tagung (GST); 27.-29.09.2011; Hamburg

T. Hassel, M. Petersen, A. Beniyash, Fr.-W. Bach: Thermal treatment of contaminated concrete surfaces as a decommissioning method for Nuclear Power Plant Buildings; Proceedings of 1st International Conference on Stone and Concrete Machining, 23.-24.11.2011, ISBN 978-3-943104-22-6

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8709 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2010 bis 28.02.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 677.624,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Müller | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

Die Aktivitäten im *Arbeitspaket 1* sind hauptsächlich gekennzeichnet durch die Beschaffung von unbelasteten Proben aus Altbeton sowie der Herstellung von Laborbetonkörpern.

Das *Arbeitspaket 2* beinhaltet die umfassende Charakterisierung der Bauwerks- und Laborproben, welche von besonderer Bedeutung für die spätere Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei der Ablösung oberflächennaher Betonschichten sind.

In *Arbeitspaket 3* erfolgt die Prüfung der in den ersten beiden Arbeitspaketen gewonnenen bzw. hergestellten und konditionierten Probekörper in einer Mikrowellenbestrahlung – unter Variation der maßgebenden Parameter – zum Zwecke der Erzielung von Abplatzungen.

Das *Arbeitspaket 4* umfasst die Analyse und Bewertung von Verfahren zur Anhebung des Feuchtegehalts, die rechnerische Analyse des entwickelten Modells zur Beschreibung von Feuchteverteilungen in Betonrandzonen, die Erarbeitung von Empfehlungen zum Arbeitsschutz unter Anwendung des Verfahrens sowie die Erstellung des Schlussberichts.

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im vorliegenden Berichtszeitraum wurden erste Vorversuche mit der Mikrowellenanlage beim Projektpartner durchgeführt. Ziele dieser Versuche waren die Überprüfung der prinzipiellen Anwendbarkeit der Anlage sowie die Untersuchung des Einflusses der Mikrowellenstrahlung auf die verwendete Messtechnik. Weiterhin konnte in den Versuchen ein prinzipieller Zusammenhang zwischen der Betonfeuchte und der Bestrahlungsleistung festgestellt werden, der nun detailliert quantifiziert werden muss. Bei den Versuchen

konnte an den Betonproben Rissbildungen, ein Schmelzen von Zementbestandteilen und die Ablationen von Betonstücken beobachtet werden.

Zur Erfassung des Betonverhaltens unter der Mikrowellenbestrahlung wurden die Betonproben mit Dehnmessstreifen ausgestattet, die unter der angelegten Mikrowelleneinstrahlung jedoch unrealistische Messwerte aufzeichneten. Alternativ hierzu wird derzeit der Einsatz von berührungsfreien optischen Verformungsmessverfahren überprüft. Im Gegensatz zu den Verformungsmessungen konnte die Temperatur der Probekörper sehr gut mittels Einsatz von Thermoelementen erfasst werden. Die Güte der Messung wurde durch parallel hierzu durchgeführte Aufzeichnungen mit einer Wärmebildkamera bestätigt.

Im Zuge eines Besuchs im Kernkraftwerk Zwentendorf a.D. (Österreich) fanden umfangreiche Gespräche über eine mögliche Probenentnahme statt. Das Kernkraftwerk wurde in den 70er Jahren fertig gestellt aber aufgrund des politisch motivierten Ausstiegs Österreichs aus der Kernenergie nie mit Brennelementen bestückt und in Betrieb genommen. Eine Entnahme von nicht kontaminierten, etwa 40 Jahre alten Betonproben, u. a. aus dem Sicherheitsbereich konnte erfolgreich vereinbart werden und findet derzeit statt. Die Entnahmestellen von Bohrkernen sowie weitere zerstörende und zerstörungsfreie Untersuchungen am Bauwerk wurden nach Absprache mit dem Kraftwerksbetreiber Energieversorgung Niederösterreich (EVN) abgesprochen. Die zu gewinnenden Proben werden analog zur Vorgehensweise im Kraftwerk Stade bzw. dem Mehrzweckforschungsreaktor Karlsruhe auf ihre Zusammensetzung und ihre Materialeigenschaften hin untersucht. Weiterhin werden umfangreiche Probenserien zur Durchführung von Ablationsversuchen an Altbeton entnommen.

Im Rahmen eines Projekttreffens mit dem Projektträger sowie dem Projektpartner am 17.11.2011 wurde der aktuelle Stand des Projekts dargestellt sowie das weitere Vorgehen abgestimmt. Die dabei mit dem Projektträger abgesprochene Änderung des Konditionierungskonzepts zugunsten von kleinen, variablen Klimaboxen wurde weiterverfolgt und diese auf Dichtigkeit sowie gleichmäßiger Luftumwälzung untersucht und optimiert. Die Lagerung der Klimaboxen im Klimaraum erfolgt in einem installierten Schwerlastregal welche mithilfe eines Hochhubstaplers bestückt werden können.

Im Rahmen eines Treffens der Projektbearbeiter am 02.12.12 erfolgte die Erarbeitung eines Konzepts zu dielektrischen Untersuchungen an zementgebundenen Probekörpern sowie deren Einzelbestandteile. Hierzu wurden erste Probekörper am IMB betoniert und nachbehandelt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die laufenden Arbeiten im Teilprojekt des IMB sind weitgehend im Zeitplan. Der Schwerpunkt der nun folgenden Berichtsphase liegt in der Materialcharakterisierung und vorbereitenden Konditionierung der im Kernkraftwerk in Zwentendorf a.D. gewonnenen Betonproben sowie in der Herstellung und Konditionierung gesondert hergestellter Betonproben mit unterschiedlicher Zusammensetzung und unterschiedlichen Materialeigenschaften. Weiterhin werden in Zusammenarbeit mit dem Projektpartner IHM Ablationsversuche durchgeführt. Parallel hierzu wird die Entwicklung eines Messkonzepts zur Erfassung der ablationsrelevanten Kenngrößen (Feuchtegehalt, Wärmeentwicklung, Dehnungen) fortgeführt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

In der bisherigen Bearbeitungszeit sind keine Berichte, Konferenzbeiträge und Veröffentlichungen in Zeitschriften o. ä. publiziert worden, da die Datenlage dies noch nicht ermöglicht. Die Veröffentlichungen beschränken sich auf einen Arbeitsvortrag im Kraftwerk Stade, ein Poster bei der Konferenz KONTEC 2011 sowie einen Vortrag vor dem Projektträger.

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

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

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

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen | | Förderkennzeichen: 02 S 8719 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2010 bis 28.02.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 945.788,00 EUR | Projektleiter: Dr. Link | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

Das Projekt ist in 4 Arbeitspakete (AP) gegliedert.

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

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

Dies wird durch dielektrische Messungen von verschiedenen Betonen und Baustoffen in AP3 in Abhängigkeit diverser Materialkenngrößen unterstützt.

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Berichtszeitraum wurden die Arbeiten mit dem neuen Design der Funktionseinheit (10KW Magnetron, Hochspannungsnetzteil, Quarzfenster+Hohlleiter) fortgesetzt und neben dem normalen Hohlleiter ein Steghohlleiter entworfen, um die Energiedichten zu optimieren.

Dazu wurden in CST Microwave Studio umfangreiche Simulationen durchgeführt. Mit der entsprechend gefertigten Mikrowellenantenne wurden erste positive Probeversuche durchgeführt.

Weiter wurden Anfang September in Kooperation mit den Partnern vom Campus Süd eine erste Versuchsserie mit dem normalen Hohlleiter durchgeführt. Grundsätzlich konnten drei Effekte bei den Versuchen beobachtet werden:

- Ablation
- Rissbildung
- Schmelzen des Beton

Im Zeitraum Mitte bis Ende September wurde die elektromagnetische Abschirmkammer im HEC Gebäude 631 CN neu aufgebaut und verschiedene kleinere Optimierungen vorgenommen.

Weiter wurden verschiedene Arbeiten ausgeführt, um den Versuchsaufbau zu optimieren:

- Bau von Halterungen für die Betonproben
- Einbau einer Webcam zur visuellen Verfolgung der Versuche
- Aufbau eines verstellbaren Gestelles für das Magnetron.

Weiter wurden am Messplatz zur dielektrischen Charakterisierung vom Kooperationspartner gelieferte Betonproben mit unterschiedlichem Feuchtegehalt vermessen und auch die Messstrategie optimiert.

Am 17.11.2011 fand im Beisein des Projektträgers ein Projektmeeting statt, wo über den aktuellen Stand berichtet wurde und die weitere Vorgehensweise abgestimmt wurde.

4. Geplante Weiterarbeiten

Gemäß der Absprache mit dem Projektpartner am 17.11.2011 werden beim Projektpartner am CS umfangreiche Serien von Betonproben angefertigt, um diese zum einen dielektrisch zu vermessen und zum anderen mit der Mikrowelleneinheit Ablationsversuche durchzuführen.

Parallel soll mit Hilfe von den Simulationen und den Versuchen der Mechanismus der Betonablation untersucht werden.

Die dielektrischen Vermessungen des Betons werden weiter fortgeführt werden. Es ist auch angedacht den Beton auch bei verschiedenen Temperaturen zu vermessen.

Parallel dazu wird eine eigene Software entwickelt, um die dielektrischen Messungen auch mit anderen Messsonden durchführen zu können.

Mit Hilfe von Modellbildung und Simulationen soll die Hohlleitertechnik optimiert werden.

Und auch die dielektrische Modellierung des Betons als poröses Material ist ins Auge gefasst.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld | | Förderkennzeichen: 02 S 8720 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2010 bis 31.05.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 666.560,00 EUR | Projektleiter: Dr. Tragsdorf | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Probeplatten wurden mittels HVOF und Lichtbogendrahtspritzen beschichtet, die Beschichtungen wurden vom IW Hannover bewertet; Bewertung der Platten ist abgeschlossen.
- AP2: Kleinkomponenten sind hergestellt, wurden beschichtet und untersucht, die Kleinkomponenten müssen erneut beschichtet werden.
- AP3: Geometrie der Großkomponente ist abgesprochen und die Komponente ist hergestellt.
- AP4: Keine Aktivität.
- AP5: Keine Aktivität.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Aktivitäten abgeschlossen.
- AP2: Beschichtung der Kleinkomponente muss wiederholt werden.
- AP3: Fertigung der Großkomponente ist abgeschlossen und müssen nun beschichtet werden, wenn AP2 wiederholt wurden.
- AP4: Beschichtung der Reparaturplatten und Erarbeitung eines Reparaturkonzeptes.
- AP5: Keine.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover | | Förderkennzeichen: 02 S 8730 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.06.2010 bis 31.05.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 308.765,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Bach | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP3: Auswahl des geeigneten thermischen Spritzverfahrens

- weitere Untersuchungen der HVOF-LF (Liquid Fuel)- bzw. GF (Gaseous Fuel)-beschichteten Sphärogussprobeplatten:
Kondenswassertest (DIN EN ISO 6270-2 CH): erste Korrosionserscheinungen nach 7 Zyklen (7 Tagen) an den HVOF-LF gespritzten Proben erkennbar, die HVOF-GF gespritzten Proben blieben ohne Korrosionserscheinungen;
- Untersuchungen der Beschichtungen im Querschliff am REM:
Es wurden EDX-Analysen an verschiedenen Stellen und Bereichen der Beschichtungen durchgeführt, dabei konnte bei den HVOF-GF-gespritzten Proben eine homogenere Elementverteilung festgestellt werden.
Fazit: die etwas bessere Korrosionsbeständigkeit und die etwas größere Homogenität der Beschichtung bei den HVOF-GF gespritzten Schichten führten zur Festlegung des HVOF-GF-Verfahrens für alle weiteren Beschichtungen.
- Untersuchungen zur Eignung des Ferroxyttest als Porositätstest der thermischen Spritzschichten, Nachweis der Reaktion von Nickel aus der Spritzschicht mit der Testlösung;
Untersuchung der Spritzpulverproben mittels Raster-Elektronen-Mikroskop, Digitale-Thermo-Analyse, chemische Untersuchungen.

AP4: Beschichtung von Kleinkomponenten

- Herstellung von Behälterbauteilen (Fa. Siempelkamp):
4 Flanschteile, die ein Innenprofil mit Radien und Absätzen abbilden sowie 4 Bodenteile;
 - Beschichtung dieser Probenteile mit unterschiedlichen Spritzprogrammen;
 - Durchführung von Wassertests an den Flanschteilen; Untersuchung der Oberflächentopografie der Beschichtung (vergleichende Rauheitsuntersuchung mittels Digitalmikroskop).

4. Geplante Weiterarbeiten

AP3: Weitere Untersuchungen der Beschichtungsproben

- Fortführung der elektrochemischen Untersuchungen mittels Impedanzspektroskopie,
- mechanische Prüfungen (Haftzugfestigkeitsuntersuchungen, Härteprüfungen),
- Fertigung und Untersuchung kaltgasgespritzter Proben,
- Beschichtung der Flansch- und Bodenteile mit unterschiedlichen Spritzprogrammen.

AP4: Beschichtung von Kleinkomponenten

- mit den Bauteilproben (Flanschteilen) werden weitere Beschichtungsversuche mit durchgeführt.

AP5: Beschichtung der Großkomponente

- Untersuchungen hinsichtlich Schichtaufbau und Korrosionsschutz
- Auswertung.

AP6: Erprobung von Reparaturbeschichtungen:

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

5. Berichte, Veröffentlichungen

S. Behrens (Vortragende), M. Jendras, T. Hassel, Fr.-W. Bach: „Untersuchungen zur Korrosionsschutzbeschichtung von Lagerbehältern für radioaktive Abfälle“, DGM Fortbildungsseminar „Bauteilschädigung durch Korrosion“, Köln 30.11.2011– 1.12.2011

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Verein für Verfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden | | Förderkennzeichen: 02 S 8740 |
| Vorhabensbezeichnung: Erprobung elektrochemischer Abtragstechnologien für den Rückbau stark armierter Betonstrukturen und das Zertrennen starkwandiger Bauteile in kerntechnischen Anlagen | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2010 bis 30.04.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 129.445,00 EUR | Projektleiter: Dipl.-Chem. Friedrich | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

AP2: Aufbau des Versuchsstandes

AP3: Elektrochemische Auflösung von Armierungsstählen in Beton

AP4: Bewertung, Konzeption eines technischen Entwicklungsvorhabens, Bericht

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Die Fertigung von Prüfkörpern wurde bis auf die Fertigung von solchen in Sandwich-Struktur (Materialverbünde) abgeschlossen. Auch bezüglich der Recherchen sind nur noch einige abschließende Erhebungen erforderlich.
- AP2: Nach mehrmonatigen Lieferverzögerungen bei der speziellen Gleichstromversorgung für die elektrochemischen Abtragsversuche konnte der Versuchsstand komplettiert, erprobt und in Betrieb genommen werden. Die abschließende Erprobung zeigte eine ordnungsgemäße Funktion aller Teilkomponenten. Nachfolgend wurden während versuchsbedingter Stillstandszeiten kleinere Korrekturen an der Elektrolytzuführung vorgenommen. Die Modifikation des Gegenelektrodensystems ist Gegenstand laufender Optimierungen.
- AP3: Zur Identifikation geeigneter Auflösebedingungen für die forcierte anodische Auflösung von ausgewählten Bau- und Druckbehälterstählen wurden zunächst noch weitere elektrochemisch-kinetische Untersuchungen durchgeführt. Die Ergebnisse fanden unmittelbar Berücksichtigung bei der Festlegung der Versuchsbedingungen für die Abtragsversuche. Es wurden mehrere Reihen von Abtragsversuchen mit dem fertig gestellten Versuchsstand durchgeführt, wobei Elektrolytzusammensetzung, Temperatur und Elektrolytdurchfluss (Strömungsgeschwindigkeit) optimiert wurden. Auch unterschiedliche Stähle wurden eingesetzt. Es zeigte sich wie erwartet, dass sich die Abtragungsgeschwindigkeiten an höherfesten C-Stählen und an Edelstahl kaum unterscheiden. Als dominierende Einflussfaktoren erwiesen sich bislang Elektrolytzusammensetzung und Stromdichte, während sich eine Erhöhung der Elektrolyttemperatur von 20 auf 50 °C kaum auf die Abtragungsgeschwindigkeit auswirkte. Die Metallauflösung erfolgte mit sehr guter Stromausbeute von zumeist >90 %. Es wurden Abtragsleistungen von 0,9 – 0,95 g Stahl je Amperestunde erreicht, was sehr nahe am theoretisch erreichbaren Höchstwert liegt.
- AP4: Eine Bearbeitung des AP4 war im Berichtszeitraum nicht vorgesehen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Die Recherchen sowie die Beschaffung von Werkstoffproben und die Probenfertigung sind im Wesentlichen abgeschlossen.
- AP2: Die Arbeiten sind abgesehen von geringfügigen technischen Änderungen abgeschlossen.
- AP3: Die Untersuchungen werden planmäßig fortgesetzt, wobei sich die Schwerpunktsetzung auf hydrodynamisch-geometrische Aspekte sowie auf Abtragsversuche an Verbundwerkstoffe mit stark unterschiedlicher Duktilität verlagert.
- AP4: Die Arbeiten gemäß Arbeitsprogramm werden planmäßig umgesetzt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover | | Förderkennzeichen: 02 S 8750 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2010 bis 30.04.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 198.869,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Bach | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Konstruktion, Fertigung und Installation eines Staubfangtrichters mit belastungsangepassten Verstärkungsstrukturen
- Konstruktion, Fertigung und Installation eines Filtersystems zur Untersuchung der Gesamtstaubemissionen
- Konstruktion, Fertigung und Installation einer Verschlussklappe zur Vermeidung von Druckwellen im Absaug- und Messsystem
- Installation einer Steuerung zum Einschalten der Absaugung und Betätigung der Verschlussklappe aus sicherer Entfernung mittels Fernbedienung
- Überprüfung verschiedener Bodengefäßen auf ihre Eignung zur Bestimmung des Niederschlagortes. Anschaffung von Schalen mit herausragenden Eigenschaften bei Entnahme der Stäube aus den Auffanggefäßen
- Beschichtung der Versuchskammer mit einer witterungsbeständigen Lackierung zur Durchführung von Wischtests
- Auswahl und Beschaffung eines Trennschleifers und Schleifscheiben nach Vorgabe der WAK
- Anfertigung von Probeplatten und Auswahl eines geeigneten Beschichtungstoffes zur Simulation einer Kontamination. Die Beschichtung wird Ende Januar 2012 aufgetragen
- Entwicklung des Probenentnahmeplans und der analysetechnischen Vorgehensweise zur Messung von Kontaminationsverschleppungen

4. Geplante Weiterarbeiten

- Durchführung von Referenzmessungen mit Trennschleifverfahren
- Transport der Versuchsraummodule zum Versuchsplatz der IABG
- Durchführung von Schneidladungsversuchen
- Auswertung der Versuchsergebnisse
- Rückbau des Versuchsraums

5. Berichte, Veröffentlichungen

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

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mit beschränkter Haftung, Einsteinstr. 20, 85521 Ottobrunn | | Förderkennzeichen: 02 S 8760 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau von kerntechnischen Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2010 bis 30.04.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 584.528,00 EUR | Projektleiter: Dr. Kremer | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Definition der Randbedingungen

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

AP2: Festlegung von Kriterien und Grenzwerten

Zur Bewertung von Versuchen und Simulationen wird festgelegt:

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

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

AP3: Modellerstellung

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

AP4: Schneidversuche

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

AP5: Modell-Validierung

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

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

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

AP7: Abschließende Zusammenstellung der Dokumentation und Bewertung

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- Konzeption, Berechnung und Konstruktion des Labyrinth – Einbaus zum Impulsstreckung des Blast im Rückbaulüftungskanal unter Berücksichtigung der recherchierten zulässigen Grenz-Belastungswerte
- Fertigung des Impulsstreckers-Labyrinths (Stahlbau geschweißt)
- Einbau des Impulsstreckers im Versuchsaufbau Blast Tube
- Durchführung der praktischen Versuche im Blast Tube
- Vergleich der Ergebnisse aus Messung und Simulationsrechnung
- Bewertung des Schutzmaßnahmen-Konzepts der Rückbaulüftung (Sicherheitsabstände, Verwendung des Impulsstreckers-Labyrinths, nötige Sprengstoffmengen, Raumvolumina)

4. Geplante Weiterarbeiten

- Konzeption und Detailplanung von Sprengversuchen in Räumlichkeiten der Betriebsstätten der WAK sowie von anwendungsnah gestalteten Sprengschneidversuchen an dortigen Einbauten
- Ertüchtigung der o. g. Räume und der zugehörigen Abluftanlage zur Ableitung des Druckimpulses sowie der entstehenden Abgasmengen / u. a. Einbau des Impulsstreckers-Labyrinths
- Durchführung der o. g. Versuche unter behördlicher und gutachterlicher Aufsicht
- Auswertung der experimentell gewonnenen Daten und Bewertung im Vergleich zu den Ergebnissen der Modellrechnungen
- Abschließende Dokumentation und Bewertung

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstr. 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8770 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2010 bis 31.10.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 493.471,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Gentes | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren

Im Mittelpunkt der Entwicklungen standen die konstruktive Optimierung einer Standardbodenfräse sowie der Aufbau eines geeigneten Versuchstandes. Dazu wurde in Kooperation mit der Energie Baden-Württemberg (EnBW) ein Anforderungskatalog an das entsprechende Dekontaminationsverfahren erstellt. Auf der Grundlage der Datenbank aus dem Arbeitspaket a) und entsprechender Besichtigungen der zu kontaminierenden Bereiche im Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) konnten umfassende Festlegungen an das Dekontaminationsverfahren gestellt werden. Für den Einsatz der Standardbodenfräse an einem geeigneten Manipulator sind die Bauhöhe aufgrund eingeschränkter Zugänglichkeit sowie eine Gewichtsreduzierung der Fräse unabdingbar.

Des Weiteren dürfen Epoxid-Beschichtungen mit Quarzanteilen, wie diese im KWO vorkommen, zu keinem Verkleben der Lamellen führen. Um dieses Verhalten auszuschließen, wurden erste Testläufe mit einer handelsüblichen Bodenfräse im KWO getätigt. Die Maschine

vom Typ ATT (Leistung 2,2 kW) war mit 76 Schlaglammellen bestückt. Wichtige Erkenntnisse waren, dass kein Verkleben der Lamellen aufgrund der Epoxid-Beschichtung auftrat, jedoch eine Abtragtiefe von nur 3 mm erreicht wurde. Daraus ergab sich die Zielstellung, eine Fräse mit größerer Leistung zu wählen. Das höhere Maschinengewicht soll durch den Ersatz des Elektromotors mit einem Hydraulikmotor sowie mit Hilfe einer glasfaserverstärkten Frästrommel kompensiert werden. Dazu wurden die umlaufenden Massen derart minimiert, dass die Stege zur Aufnahme der Fräslamellen, die seitlichen Flansche und die Wellenhülse in eine Negativform mit glasfaserverstärktem Epoxidharz laminiert wurden. Für die Stege und Flansche wurden Glasfasern in Form von Rovingsträngen in Belastungsrichtung eingelegt und wellenseitig mit Gewebe und Vlies belegt. Die Gewichtseinsparung für diese Bauteile beträgt ca. 70 Prozent.

Für die Planung des Versuchstandes am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) war es notwendig das Bruchverhalten beim Betonfräsen theoretisch zu untersuchen. Auf Basis einer umfassenden Literaturrecherche konnten die resultierenden Schlagkräfte der Fräse und das Bruchverhalten von Beton unter Impulsbeanspruchung analysiert werden. Die Untersuchungen der zum Arbeitspaket b) betrachtenden Scherfestigkeit der zu bearbeitenden Materialien haben gezeigt, dass aufgrund der Schlagbeanspruchung ein Fragmentierungsprozess zum Abtrag von Beton führt und dabei die Scherfestigkeit keinen wesentlichen Einfluss besitzt.

Ausgehend von den theoretischen Betrachtungen war es daher erforderlich einen Versuchstand zu konzipieren, bei welchem die Abtragsleistung der optimierten Fräse bei unterschiedlichen Betonfestigkeiten und Maschinenparametern ermittelt werden kann. Die praktischen Vorbereitungen umfassten die Konstruktion und Montage eines Trägersystems für die Fräse, den Vorschubantrieb in x-Richtung mit Hilfe von zwei Spindeln, die lineare Verstellbarkeit der Fräse in y- und z-Richtung, die Wahl entsprechender Betonproben und die Einrichtung der Messtechnik (ME-Systeme) zur Ermittlung der Schlagkräfte. Die zu optimierende Betonfräse (7,5 kW) wurde von der Firma Contec GmbH gestellt. Weiterhin wurden Frequenzumrichter (HITACHI) für die Variation des Vorschubes sowie der Motordrehzahl installiert. Der Aufbau des Versuchstandes ist weitestgehend abgeschlossen und die ersten Testläufe stehen unmittelbar bevor.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren

In den folgenden Monaten sollen praktische Untersuchungen und Tests wichtige Ergebnisse zum Abtragsverhalten der glasfaserverstärkten Frästrommel liefern. Falls eine höhere Festigkeit erforderlich ist, sind ebenfalls konstruktive Ausführungen aus Karbon geplant. Weiterhin erfolgen Messreihen zur Ermittlung auftretender leistungsabhängiger Kräfte sowie Momente, Leistungswerte, Materialverschleiß und Standzeit.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Durlacher Allee 93, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8780 |
| Vorhabensbezeichnung: Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.11.2010 bis 31.10.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 402.500,00 EUR | Projektleiter: Feil | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Stand der Technik im Bereich Dekontaminationsverfahren

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren

AP3: Steuerung und Anpassung des Manipulators an die neue Entwicklung

AP4: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: Stand der Technik im Bereich Dekontaminationsverfahren
Die Datenbank wurde weiter optimiert und ergänzt.

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren
Für eine erfolgreiche Weiterentwicklung des Dekontaminationsverfahrens wurden die Anforderungen an das Dekontaminieren mit Hilfe einer optimierten Standardbodenfräse zusammengestellt. Hier konnte die Energie-Baden-Württemberg (EnBW) auch auf eigene Erfahrungen von selbst im Kernkraftwerk Obrigheim (KWO) durchgeführten Dekontaminationsarbeiten zurückgreifen:

- Fräsarbeiten im Bodenbereichen zum Anpassen von Estrichen
- Abfräsen von beschädigten Dekontbeschichtungen mit geringem Abtrag des Trägermaterials (Estrich) als Grundlage für Neubeschichtungen
- Abschleifen von defekten Dekontbeschichtungen an Wänden zur Neubeschichtung.

Hieraus konnten die wesentlichen Anforderungen an das Verfahren abgeleitet werden. Es sind die Variabilität in der Bauhöhe, die Handhabbarkeit für zwei Personen und die verbesserte Abtragsleistung. Der Einsatz von Verfahren, bei denen eine Kühlung zwingend erforderlich bzw. eine Anfälligkeit hinsichtlich Dekontaminationsbeschichtungen bekannt ist, wurde als „nicht geeignet“ eingestuft. In Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie wurden erste Versuche mit einer handelsüblichen Standardbodenfräse im KWO durchgeführt. Dazu wurden Abschnitte des beschichteten Betonbodens im Maschinenhaus gefräst. Die Maschine vom Typ ATT (Leistung 2,2 kW) war mit 76 Schlaglammellen bestückt. Die Fräse mit einer Arbeitsbreite von 200 mm bearbeitete jeweils 2 m lange Abschnitte bei verschiedenen Vorschubgeschwindigkeiten. Für die Weiterentwicklung der Fräse waren folgende Ergebnisse von Bedeutung: Die Abtragtiefe betrug nur 3 mm. Die gefräste Fläche pro Zeiteinheit betrug annähernd 20 m²/h. Dabei wurde beobachtet, dass die Dekontaminationsbeschichtung besser abgetragen werden kann, wenn die Fräse rückwärts gezogen anstatt vorwärts geschoben wird. In Absprache mit dem KIT wurde beschlossen, dass eine Fräse mit einer höheren Motorleistung (7,5 kW Maschine) zum Einsatz kommen soll. Da allein das Maschinengewicht 100 kg übersteigt, ist hier eine Handhabbarkeit für zwei Personen schlecht möglich. Daher wurde entschieden, dass eine Optimierung der Maschine hinsichtlich einer Leichtbaulösung unabdingbar ist.

Weiterhin wurde der Einfluss von Störkanten, Dübeln, Dübelplatten, Halfenschienen und Winkeleisen auf eine mögliche Beeinträchtigung des Abtragverhaltens hin untersucht. In Absprache mit Fräsenherstellern ist ein Kontakt mit diesen Bauelementen möglichst zu vermeiden, da eine Schädigung der Lamellen und anderer Maschinenteile sehr wahrscheinlich ist. Allerdings können erfahrungsgemäß Dübel bis zu einem Durchmesser von 8 mm weitestgehend überfahren werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Optimierung und Weiterentwicklung Dekontaminationsverfahren

Es werden in Zusammenarbeit mit dem KIT Leistungsmessungen für die optimierte Fräse erfolgen.

Weiterhin soll eine konstruktive Lösung für die Realisierung des Bewegungsablaufes der Fräse an der Wand erarbeitet werden. Schwerpunkt wird dabei die Lösungssuche nach der Kontaktvermeidung der Fräse mit Störkanten, Dübeln, Dübelplatten, Halfenschienen und Winkeleisen sein.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich | | Förderkennzeichen: 02 S 8790 |
| Vorhabensbezeichnung: Entsorgung von bestrahltem Graphit | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2010 bis 30.09.2013 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 860.334,00 EUR | Projektleiter: Dr. von Lensa | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

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

Das Arbeitsprogramm des Projektes umfasst folgende Arbeitspakete:

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Im Arbeitspaket 1 wurden die Erfassung der in Deutschland verfügbaren Graphitmengen und die Analyse des im Dezember 2010 erschienenen BfS-Berichts zu den KONRAD-Endlagerbedingungen weitergeführt. Der VKTA Rossendorf stellt zwei Blöcke bestrahlten Graphits aus der thermischen Säule des Rossendorfer Forschungsreaktors mit mittlerer Radioaktivität (d.h. leichte Handhabbarkeit bei genauer Messbarkeit der Radionuklide) und guter Charakterisierung (inklusive der Bestrahlungsgeschichte) bereit. Mit diesen Proben ließen sich auch größere Freisetzungsexperimente vornehmen, die der Entsorgungsrealität mehr entsprechen. Zum Ausgasungsverhalten von unbestrahltem AVR-Reflektorgraphit liegen erste Ergebnisse vor.

In Arbeitspaket 2 wurden Untersuchungen zur Entstehung von ^{14}C und zum ^{14}C -Transport im Nukleargraphit infolge atomarer Rückstoß- und Ionisierungsvorgänge fortgeführt, um Art und Verteilung der ^{14}C -Verbindungen zu charakterisieren. Die bisherige Vorstellung einer einstufigen bzw. einfachen Aktivierungsenergie wurde - den möglichen Bindungsvariationen entsprechend - auf ein Mehrstufenmodell erweitert und mit vorhandenen Daten zum Rekombinationsverhalten von Defektstellen bzw. der Freisetzungsrates von Wigner-Energie verifiziert. Die Modellrechnungen zeigten, dass ^{14}C entlang des Transportweges (größer als die Korngröße) in verschiedenen Bindungsformen mit der jeweils charakteristischen Aktivierungsenergie für die Diffusion bzw. Freisetzung im Materialgefüge des bestrahlten Graphits vorkommt.

Des Weiteren wurde im Berichtszeitraum die nuklidspezifische Aktivitätsverteilung in Form eines Aktivitätsatlases in den aus verschiedenen Graphitsorten bestehenden Strukturen des THTR-300 berechnet, um sie mit vorhandenen Freisetzungsdaten vergleichen zu können.

In Arbeitspaket 3 wurde die Gasphase von rund 14 Jahre alten Probenflaschen mit Bohrmehl des AVR-Graphitreflektors beprobt und der darin enthaltene Tritium- und ^{14}C -Anteil bestimmt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass AVR-Reflektorgraphit unter trockenen, nichtoxidierenden Lagerbedingungen keine nennenswerten ^{14}C -Ausgasung zeigt. Geringe Tritiumanteile in der Probenflaschenatmosphäre wurden in Form von tritiiertem Wasser (HTO) gefunden.

Weiterhin wurde begonnen, die Struktur der Graphitmatrix als Ort der Bindung von Radionukliden mit Hilfe der Röntgendiffraktometrie systematisch zu untersuchen. Ziel dieser Untersuchung ist es, die amorphen Anteile im Graphit als mögliche bevorzugte Bindungsorte für Radionuklide zu quantifizieren. So wurden in Nukleargraphit zwei kristalline Phasen als 2H- und 3R-Graphit gefunden, die sich durch ihre Schichtenfolge und Bindungsform unterscheiden. Bei MEPHI wurden die ^{14}C und Tritiumgehalte in Abhängigkeit von der Korngröße von aufgemahlenem Graphit bestimmt und Proben von der thermischen Säule des dortigen Forschungsreaktors für vergleichende Messungen entnommen.

In Arbeitspaket 4 wurden Versuche zur Einbettung von Graphit in Geopolymer auf verschiedene Graphitsorten bis hin zu einer kompletten Graphitkugel ausgedehnt. Die Proben wurden für die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften sowie der Porosität und Diffusionskoeffizienten vorbereitet. Die bislang ermittelten Druckfestigkeiten sind mit den Anforderungen für KONRAD kompatibel.

4. Geplante Weiterarbeiten

Die Analysen werden auf den von VKTA Rossendorf angebotenen Graphit erweitert. Dieser Graphit ist auch für eine erweiterte Kooperation mit Russland interessant, weil er auch in diversen russischen Reaktoren verwendet wurde. Es ist ein neues Konzept für die Beprobung des TRIGA-Reflektors zu erstellen, da die vorgefundene Dosisleistung eine direkte Manipulation zur Entnahme von Gas- und Feststoffproben erschwert. Alternative Probennahmen an gekapselten bzw. in Folien eingeschweißten Graphitproben werden vorbereitet.

Die Simulation von atomistischen Vorgängen bei der Entstehung und Transport von Aktivierungsprodukten wird weiter vertieft. Die Analysen zum THTR werden mit dem Ziel eines Vergleichs des Aktivitätsinventars zur Freisetzung von ^{14}C und Tritium in die Schutzgasatmosphäre fortgesetzt.

Mit den von AVR gelieferten Graphit- und Kohlesteinproben werden Autoklavenversuche angesetzt. Ziel dieser Autoklavenversuche ist es, deren Freisetzungsverhalten in verschiedenen Medien (Luft, Wasser, Säure, Base) und bei unterschiedlichen Temperaturen systematisch zu untersuchen. Die neue Thermo-Gravimetrie-Anlage (TGA) ist einsatzbereit. Für die Freisetzungsmessungen mit der TGA ist die Gasanalyse noch anzupassen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Poster ‚Cementation of Nuclear Graphite using Polymere‘, N. Girke, H.-J. Steinmetz, D. Bosbach, A. Bukamshkiy, E. Hermann, I. Griebel, NUWCEM, 11. -14. Oktober 2011 in Avignon, Frankreich
 Projektdarstellung beim IAEA 1st Research Coordination Meeting on ‘Treatment of Irradiated Graphite to Meet Acceptance Criteria for Waste Disposal‘, W. von Lensa, 28. November-1. Dezember 2011, Wien

| | | |
|--|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Verein für Verfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden | | Förderkennzeichen: 02 S 8801 |
| Vorhabensbezeichnung: Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall und Reststofflösungen | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2011 bis 31.10.2012 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 178.198,00 EUR | Projektleiter: Dipl.-Chem. Friedrich | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

- AP1: Mit einem Nachauftragnehmer wurde ein Vertrag über Rechercheleistungen abgeschlossen. Nach den bisherigen Informationen stellen in den C-14-haltigen Reststofflösungen Methanol, Ethanol, Isopropanol (Alkohole), Carbonsäuren sowie Benzen und substituierte Aromaten die relevanten Komponenten dar. Es handelt sich dabei sowohl um wässrige als auch um gemischt-wässrige Systeme mit sehr unterschiedlichen Konzentrationen C-14-haltiger bzw. -markierter Verbindungen. Die spezifischen Aktivitäten der Lösungen belaufen sich etwa auf 0,2 – 5 GBq/ml. Angaben zum Mengenaufkommen liegen noch nicht vor.
- AP2: Die elektrochemisch-kinetischen Untersuchungen zur Totalmineralisation wurden fortgesetzt. Untersucht wurde dabei der Einfluss von Elektrolytssystem, Temperatur, Konzentration und Anodenmaterial auf die angestrebte Totalmineralisation C-14-haltiger Verbindungen. Die Untersuchungen an Diamant-beschichteten Anoden ließen in den meisten Fällen auf eine rasche Umsetzung schließen. Die Umsetzung an Platinanoden als weiterem untersuchten Anodenmaterial führt nicht in jedem Falle zu befriedigenden Ergebnissen, es wurden, z. T. infolge komplexerer Reaktionsabläufe, selbst bei Potentialen von +2,5 V bei einigen Substanzen nur relativ niedrige Stromdichten erhalten. Auch die Einflussfaktoren pH-Wert und Temperatur wurden untersucht.
- AP3: Der Teststand wurde für kleinmaßstäbliche Elektrolyseversuche genutzt. Dabei wurden Umsätze bis 95 % bei Stromausbeuten bis zu 90 % erreicht.
- AP4: Eine Bearbeitung des AP4 war im Berichtszeitraum nicht vorgesehen.
- AP5: Eine Bearbeitung war im Berichtszeitraum nicht vorgesehen.

4. Geplante Weiterarbeiten

- AP1: Die Recherchen sowie die Auswahl von Proben mit für Laborversuche geeigneten Abfalllösungen werden fortgesetzt.
- AP2: Die elektrochemischen Grundlagenuntersuchungen werden entsprechend den Ergebnissen der Recherche auf weitere Verbindungen ausgedehnt.
- AP3: Die kleinmaßstäblichen Elektrolyseversuche werden mit dem Ziel der Parameteroptimierung fortgesetzt.
- AP4: Mit der Bearbeitung wird entsprechend Arbeitsprogramm begonnen.
- AP5: AP5 wird entsprechend Erfordernis planmäßig bearbeitet.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8821 |
| Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 708.166,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Gentes | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

Hierzu wird seitens des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) der Allgemeine Ist-Zustand (maßgebliche Plätze, Maschinenausstattung, Messtechnik, Massenströme) und die Belastungen der Messsensorik durch die Maschinen und die Übertragung auf den neuen Sensor erfasst. Darüber hinaus werden ein Überwachungskonzept und ein Alarmsystem erarbeitet.

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH und der Schrott-Wetzell GmbH realisiert.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: (abgeschlossen)

- Die Zahl der Schrott- und Metallplätze in Deutschland ist nicht exakt quantitativ feststellbar. Nach dem BImSchG sind ca. 700 Plätze genehmigt worden. Die nicht unter das BImSchG fallenden Plätze können nach dem Bauordnungsrecht der Länder ermittelt werden. Die Zahl der Plätze beläuft sich hierbei auf über 1.000 Anlagen. Nicht genehmigungsbedürftige Plätze (Kleinsammler) erweisen sich als schwer ermittelbar. Nach Schätzungen der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen (BDSV) beläuft sich die Zahl hier deutlich über 6.000 Plätze.
- Die weltweite Stahlproduktion 2010 beläuft sich auf ca. 1412 Mio. Tonnen. Die Schrottbilanz 2010 beläuft sich hierbei auf etwa 870 Mio. Tonnen. Hauptimportländer 2010 für Schrott sind die Türkei (19.194 Mio. t), Südkorea (8.091 Mio. t), China (5.848 Mio. t), Indien (3.211 Mio. t) und Taiwan (5.364 Mio. t). Hauptexportländer 2010 für Schrott sind die USA (20.557 Mio. t), EU (18.970 Mio. t), Japan (6.472 Mio. t), Kanada (5.154 Mio. t) und Russland (2.390 Mio. t). 2010 hat Deutschland insgesamt 5.305 Mio. t importiert und 9.175 Mio. t exportiert.

AP2:

- Erfassung der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor. Die Leistungsanforderung an ein Gerät zur Messung radioaktiver Strahlung auf Schrottplätzen ist recht vielfältig. Die wichtigsten Leistungsanforderungen sind: Schrottplatzumgebung (Staub, Schmutz, Schmierstoffe), Freiluftbedingung (Temperaturen zwischen -35 °C und 80 °C), Funktionalität (Messung von Beta- als auch Gamma-Strahlung, Ist-Zeit Messung, Messwertausgabe), Zugänglichkeit und Wartung, Mechanische Belastungen (Stöße, Schockbelastungen, Schwingungen, Vibrationen). Letzteres wurde für diverse Arbeitsschritte mit Hilfe von Beschleunigungssensoren in einem ersten Durchlauf gemessen. Weitere Messungen zu Vibrationen, Schwingungen, Stößen und Schockbelastungen sind auf einem eigenen Teststand durchzuführen, zu prüfen und zu bewerten.

AP3:

- Erste Überlegungen über mögliche Messpunkte an den verschiedenen Maschinen wurden bei einer vor Ort Begehung gemacht. Diese sind aber zu einem späteren Zeitpunkt mit den entsprechenden Maschinen- und Sensorherstellern zu bestimmen.
- Zur Erfassung von ionisierender Strahlung stehen folgende Detektoren zur Auswahl: Ionisationskammern, Proportionalzählrohre, Auslösezählrohre (Geiger-Müller-Zählrohr), Halbleiterdetektoren und Szintillationszähler. Letzteres wurde wegen seiner hohen Auflösung und der Stoßresistenz für den Einsatz auf Schrottplätzen als geeignet befunden und ausgewählt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2:

- Weitere Messreihen zu den mechanischen Belastungen.

AP3:

- Definition der einzelnen Messpunkte sowie der Befestigungspunkte für diverse Maschinen.
- Recherche zum Umgang mit Radioaktivität im Schrott auf Landesebene, international und speziell in den Niederlande.
- Vorbereitungen und Planung eines Teststandes zur Prüfung der ausgewählten Szintillationszähler.

AP4:

- Konzept der Messaufzeichnung und Protokollierung wird nach der Recherche in AP3 erstellt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Schrott-Wetzel GmbH, Ruhrorter Str. 40-46, 68219 Mannheim | | Förderkennzeichen: 02 S 8831 |
| Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 807.680,00 EUR | Projektleiter: Wetzel | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1: (abgeschlossen).

Keine Arbeiten für Firma Wetzell lt. Antrag erforderlich.

AP2:

- Erfassung der Geräte- und Maschinenausstattung des eigenen Schrottplatzes:
 Schrottschere: Hier werden vor allem Kernschrott, Kupol, Mischschrott, Kesselbleche, Behälter, Schienen verarbeitet.
 Containerschere: Hier werden vor allem Kernschrott, Kupol, Mischschrott, Kesselbleche, Behälter verarbeitet.
 Paketpresse: Hier werden vor allem Stanz- und Neublechabfälle, Tiefziehbleche, pressbarer Leichtschrott und NE-Metalle verarbeitet.
 Alligatorschere: Hier werden vor allem Leichtschrott, NE-Metalle, Elektrokabel verarbeitet.
- Erfassung der bestehenden Alarmpläne beim Betrieb der eigenen Radioaktivitätsmessanlagen.
 In der Anlage der Firma Schrott Wetzell erfolgt eine Sicherstellung des anliefernden Fahrzeugs ab einer Überschreitung der Ortsdosisleistung von 5 $\mu\text{Sv/h}$. Dies ist mit dem Hersteller der Radioaktivitätsmessanlage und dem zuständigen Umweltamt abgestimmt.
- Erfassung der maßgeblichen Belastungen für einen Sensor.
 Die Leistungsanforderung an ein Gerät zur Messung radioaktiver Strahlung auf Schrottplätzen ist recht vielfältig. Die wichtigsten Leistungsanforderungen sind: Schrottplatzumgebung (Staub, Schmutz, Schmierstoffe), Freiluftbedingung (Temperaturen zwischen -35 °C und 80 °C), Funktionalität (Messung von Beta- als auch Gamma-Strahlung, Ist-Zeit Messung, Messwertausgabe), Zugänglichkeit und Wartung, Mechanische Belastungen (Stöße, Schockbelastungen, Schwingungen, Vibrationen). Letzteres wurde in Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) an einer Schrottschere für diverse Arbeitsschritte mit Hilfe von triaxialen Beschleunigungssensoren in einem ersten Durchlauf gemessen. Die Messungen sind noch mit den Aussagen der Messensorhersteller abzugleichen und in Teststand erneut zu prüfen und zu bewerten.

AP3:

- Definition der einzelnen Messpunkte sowie der Befestigungspunkte für diverse Maschinen.
 In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden Gespräche mit verschiedenen Herstellern von Radioaktivitätsmessanlagen über die Anforderungen und die Anbringung der Messanlagen an den diversen Maschinen geführt. Es müssen noch weitere Gespräche geführt werden.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Weitere Messreihen zu den mechanischen Belastungen.

AP3: Definition der einzelnen Messpunkte sowie der Befestigungspunkte für diverse Maschinen.
 Recherche zum Umgang mit Radioaktivität im Schrott auf Landesebene, international und speziell in den Niederlande.
 Vorbereitungen und Planung eines Teststandes zur Prüfung der ausgewählten Szintillationszähler.

AP4: Konzept der Messaufzeichnung und Protokollierung wird nach der Recherche in AP3 erstellt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Am Heegwald 4, 76227 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8841 |
| Vorhabensbezeichnung: Überwachungssystem mit integrierter Messsensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2011 bis 30.04.2014 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 359.500,00 EUR | Projektleiter: Rutschmann | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

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

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1:

- Die Zahl der Schrott- und Metallplätze in Deutschland ist nicht exakt quantitativ feststellbar. Nach dem BImSchG sind ca. 700 Plätze genehmigt worden. Die nicht unter das BImSchG fallenden Plätze können nach dem Bauordnungsrecht der Länder ermittelt werden. Die Zahl der Plätze beläuft sich hierbei auf über 1.000 Anlagen. Nicht genehmigungsbedürftige Plätze (Kleinsammler) erwei-

sen sich als schwer ermittelbar. Nach Schätzungen der Bundesvereinigung Deutscher Stahlrecycling- und Entsorgungsunternehmen (BDSV) beläuft sich die Zahl hier deutlich über 6.000 Plätze.

- Die weltweite Stahlproduktion 2010 beläuft sich auf ca. 1412 Mio. Tonnen. Die Schrottbilanz 2010 beläuft sich hierbei auf etwa 870 Mio. Tonnen. Hauptimportländer 2010 für Schrott sind die Türkei (19.194 Mio. t), Südkorea (8.091 Mio. t), China (5.848 Mio. t), Indien (3.211 Mio. t) und Taiwan (5.364 Mio. t). Hauptexportländer 2010 für Schrott sind die USA (20.557 Mio. t), EU (18.970 Mio. t), Japan (6.472 Mio. t), Kanada (5.154 Mio. t) und Russland (2.390 Mio. t). 2010 hat Deutschland insgesamt 5.305 Mio. t importiert und 9.175 Mio. t exportiert.
- Die Schrott- und Metallplätze können nach Baurecht (BauGB) oder nach Immissionsschutzrecht (BImSchG) genehmigt sein. Die Wahl der Genehmigung ist abhängig von der Lagerfläche (m²) und der Lagermenge (t). Sofern ein Schrott- und Metallplatz eine Lagermenge kleiner 100 t und eine Lagerfläche kleiner 1.000 m² hat, kann er nach Baurecht genehmigt werden. Ab einer Lagermenge von 100 t muss er nach Immissionsschutzrecht genehmigt werden. Sind die Lagermenge oder die Lagerfläche größer, muss er nach Immissionsschutzrecht genehmigt werden. Ab einer Lagermenge von 1.500 t oder mehr und einer Lagerfläche von 15.000 m² oder mehr, kommt ein Immissionsschutzrechtliches Genehmigungsverfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung zur Anwendung.

AP2:

- Die betrachteten Schrott- und Metallplätze haben in der Regel folgende Geräte- und Maschinenausstattung:
 - Schrottschere: Hier werden vor allem Kernschrott, Kupol, Mischschrott, Kesselbleche, Behälter, Schienen verarbeitet. Die Durchsatzleistung beträgt ca. 10 – 130 t/Stunde, abhängig von Maschine und Material.
 - Containerschere: Hier werden vor allem Kernschrott, Kupol, Mischschrott, Kesselbleche, Behälter verarbeitet. Die Durchsatzleistung beträgt ca. 6-20 t/Stunde, abhängig von Maschine und Material.
 - Paketpresse: Hier werden vor allem Stanz- und Neublechabfälle, Tiefziehbleche, pressbarer Leichtschrott und NE-Metalle verarbeitet. Die Durchsatzleistung beträgt ca. 1 – 20 t/Stunde, abhängig von Maschine und Material.
 - Alligatorschere: Hier werden vor allem Leichtschrott, NE-Metalle, Elektrokabel verarbeitet. Die Durchsatzleistung beträgt ca. 200 kg /Stunde, abhängig von Maschine und Material.
 - Kabelschälmaschine: Hier werden vor allem Elektrokabel verarbeitet. Die Durchsatzleistung beträgt ca. 100 kg /Stunde, abhängig von Maschine und Material.
- Erfassung von Alarmplänen beim Betrieb von bestehenden Radioaktivitätsmessanlagen. Die Erfassung erbrachte das Ergebnis, dass es in Deutschland keine einheitliche Regelung der Auslöseschwelle bei den Radioaktivitätsmessanlagen gibt. Die meisten Landesämter empfehlen ab einer Überschreitung von 5 µSv/h eine Sicherstellung des anliefernden Fahrzeugs. Das Bureau of International Recycling empfiehlt ab einer Überschreitung von 50 µSv/h eine Sicherstellung des anliefernden Fahrzeugs.
- Es wurden Messungen zu der maßgeblichen Belastung für einen Sensor vor Ort auf dem Schrottplatz durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP2: Weitere Messreihen zu den mechanischen Belastungen.

AP3: Definition der einzelnen Messpunkte sowie der Befestigungspunkte für diverse Maschinen. Recherche zum Umgang mit Radioaktivität im Schrott auf Landesebene, international und speziell in den Niederlande. Vorbereitungen und Planung eines Teststandes zur Prüfung der ausgewählten Szintillationszähler.

AP4: Konzept der Messaufzeichnung und Protokollierung wird nach der Recherche in AP3 erstellt.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8851 |
| Vorhabensbezeichnung: Internationale Rückbautechniken und Managementmethoden für kerntechnische Anlagen – Eine wissenschaftliche Analyse des internationalen Standes der Technik (IRMKA) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.08.2011 bis 31.07.2013 | Berichtszeitraum: 01.08.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 150.755,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Gentes | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Im Rahmen des Projektes sollen sowohl der Rückbau und die aktuellen Forschungsarbeiten in der Bundesrepublik Deutschland, als auch weltweit untersucht und analysiert werden.

Folgende Themenkomplexe sind dabei vorgesehen:

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

AP1: Erarbeitung Stand der Technik der Themenschwerpunkte

AP2: Analyse: Rückbau in der Bundesrepublik Deutschland

AP3: Analyse: Rückbau weltweit

AP4: Analyse aktueller Forschungs- & Entwicklungsergebnisse

AP5: Festlegung von zukünftigem Forschungs- & Entwicklungsbedarf aus AP2 und AP3

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Für das AP1 wurde im Berichtszeitraum neben vielen Gesprächen mit Experten des jeweiligen Schwerpunkts eine umfassende Literaturrecherche für die Schwerpunkte Managementmethoden, Dekontamination, Zerlegearbeiten und Demontage und Aktuelle Rückbauprojekte kerntechnischer Anlagen durchgeführt.

4. Geplante Weiterarbeiten

Innerhalb des AP1 werden sowohl Expertengespräche als auch die Literaturrecherche für die übrigen Themenschwerpunkte durchgeführt.

Mit Beginn des AP2 wird der Rückbau in der Bundesrepublik Deutschland analysiert. Aufbauend auf der Analyse aus AP2 wird mit AP3, der Analyse des Rückbaus weltweit begonnen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: AREVA NP GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen | | Förderkennzeichen: 02 S 8861 |
| Vorhabensbezeichnung: Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2011 bis 30.06.2014 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 296.946,00 EUR | Projektleiter: Arnold | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

- a) Es wird untersucht, wie das bei der Zerlegung von radioaktiven Kerneinbauten mittels Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidverfahrens (WASS) anfallende Gemisch aus Abrasivmittel und Schnittfugenmaterial unter Einhaltung der geltenden Strahlenschutzvorgaben dem Vergussbeton zur Konditionierung von Endlagerbehältnissen beigemischt werden kann.
- b) Es wird ein Verfahren entwickelt, das es ermöglicht aus dem Abrasivmittel- und Schnittfugenmaterial-Gemisch die einzelnen Komponenten soweit möglich zu separieren.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1.1:

Die Projektbeteiligten haben sich auf die erforderlichen Zielparameter für den Vergussbeton geeinigt. Hierbei wurde sich eng an den „Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle“ für Schacht Konrad, Stand 10/2010 orientiert.

AP1.2:

Für die Untersuchung der Gemischeigenschaften wurde ein Mustergemisch aus Abrasivmittel und Schnittfugenmaterial erstellt. Dazu wurden mit einer WASS- Anlage und einem gesteuerten Schneidmanipulator C-Stahl und Ferrit (vergleichbar dem Material für RDB- Einbauten) geschnitten und das Gemisch aus Abrasivmittel und Schnittfugenmaterial für beide Schneidversuche separat aufgefangen (jeweils ca. 175 kg incl. Restfeuchte).

Zur Untersuchung der jeweiligen Gemischeigenschaften wurden die Mustergemische sowie zusätzliches unverbrauchtes Abrasivmittel an das Institut für Massivbau und Baustofftechnologie am KIT geliefert.

AP1.3:

Am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie wurden erste Betonproben erstellt, diese werden ebenso wie das Abrasivmittel eingehend untersucht (Charakterisierung, rheologische Einflüsse auf den Vergussbeton). Für das weitere Vorgehen, besonders um die Anforderungen an die Arbeitsergebnisse -über die Vergussbeton-Parameter hinaus- klar zu definieren, wurde zwischen den Projektbeteiligten ein umfassender Fragenkatalog abgestimmt.

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1.4:

Nachdem anhand erster Betonproben die zur Einhaltung erforderlicher Vergussbeton-Parameter geeignete Mischung ermittelt wurde, wird ein Mischverfahren gewählt, dass unter realistischen Projektbedingungen (u. a. Verguss im Kontrollbereich) eine verlässliche Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ermöglicht.

AP2.1:

Am Institut für Technologie und Management im Baubetrieb werden geeignete Verfahren für die weitest gehende Separation von Abrasivmittel und Schnittfugenmaterial aus dem Gemisch ausgewählt, um diese zu erproben und zu bewerten.

AP2.3:

Anhand von Technikumsexperimenten wird das bestgeeignete Verfahren ausgewählt und dieses später optimiert. Dieses wird mit dem zur Verfügung gestellten Mustergemisch geschehen (AP2.2).

5. Berichte, Veröffentlichungen

Für die Jahrestagung Kerntechnik 2012 in Stuttgart ist ein Vortrag mit dem Titel „Elimination of Secondary Waste generated by Water Abrasive Suspension Cutting“ eingereicht.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8871 |
| Vorhabensbezeichnung: Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2011 bis 30.06.2014 | Berichtszeitraum: 01.07.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 667.088,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Gentes | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

Eine Zerlegetechnik, die beim Rückbau kerntechnischer Anlagen eingesetzt wird, ist das Wasser-Abrasiv-Suspensions-Schneidverfahren (WASS). Bei diesem Verfahren, mit dem z. B. Reaktor-Druckbehälter (RDB) und zugehörige RDB-Einbauten fachgerecht rückgebaut werden, werden Wasser und ein Abrasivmittel gemeinsam mit Druck beaufschlagt und zur Durchtrennung der Komponentenstrukturen eingesetzt. Beim Durchtrennen entsteht durch die Mitnahme von Schnittfugenmaterial in der Suspension ein Gemisch von Wasser, Abrasivmittel und kontaminiertem metallischen Material. Das Vorhaben beinhaltet verschiedene Lösungsansätze, die Bestandteile des Gemisches entweder als Beimischung bei der Betonverfüllung zu verarbeiten oder die Bestandteile durch Separation zu trennen.

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

- AP1.1: Festlegung der Zielparameter Vergussbeton
- AP1.2: Bereitstellung eines Mustergemisches
- AP1.3: Untersuchung der Gemischeigenschaften
- AP1.4: Auswahl eines Mischverfahrens und Mischungsentwicklung
- AP1.5: Rechnerische Bestimmung der Radioaktivität im entwickelten Vergussbeton
- AP1.6: Optimierung des Gemisches und Durchführung von Technikumsexperimenten
- AP1.7: Dokumentation und Präsentation

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP2.1: Auswahl geeigneter Separationsverfahren

Es gab eine erste Recherche zur Auswahl probater Separationsverfahren (wie z.B. basierend auf einem Dichteunterschied der metallischen und mineralischen Materialien oder auf unterschiedlicher Partikelgröße). Anhand dieser Vorklassifizierung werden im weiteren Projektverlauf Versuchsaufbauten, basierend auf dem Stand der Technik, errichtet.

AP1.2 bzw. AP2.2: Bereitstellung eines Mustergemisches

Es wurde ein kontaminationsfreies Mustergemisch aus Abrasivmittel und Schnittfugenmaterial in einem realitätsnahen Zerlegeprozess erzeugt und für alle Projektpartner zur Verfügung gestellt.

AP1.1: Festlegung der Zielparame-ter Vergussbeton

Es wurde eine Recherche zu Vergussbetonen durchgeführt, die bisher für die Betonverfüllung endlagergerechter Container in Frage kommen. Weiterhin wurde überprüft welche Zemente prinzipiell in Frage kommen um das bei der Abrasion anfallende Abrasivmittel und Schneidgut verarbeiten zu können.

Es wurden seitens Areva zwei verschiedene Abrasionsprodukte (identisches Abrasivmittel, unterschiedliche metallische Materialien) in Form von Schüttgut zur Verfügung gestellt. Innerhalb der Schüttkörper wurde räumlich hochaufgelöst in einem 3-dimensionalen Beprobungsraster die Feuchtigkeitsverteilung bestimmt.

Es wurde damit begonnen, für das reine Abrasivmittel und ebenfalls räumlich hochaufgelöst innerhalb der Schüttkörper jeweils die Korngrößenverteilungen mittels Lasergranulometrie zu bestimmen.

Erste Proben der unterschiedlichen Materialien wurden mikroskopisch untersucht um die Partikelform des abradierten Schnittmaterials zu bestimmen.

Die durchgeführten Untersuchungen (Feuchtevariation im Schüttgut, Korngrößenvariation im Schüttgut, Partikelform) dienen der Parametrisierung des im Beton als Zuschlag zu verstehenden Schneidguts. Dies ist notwendig, um die Zusammensetzung des zu verwendenden Zements passend entwickeln zu können.

Es wurde ein Fragenkatalog zusammengestellt, der dazu dient unter Beteiligung aller Projektpartner anhand von Fragen und Erläuterungen sukzessive die Verfahrensrandbedingungen zur Entwicklung des Vergussbetons zu erarbeiten und festzulegen. Der Fragenkatalog ist in seinem derzeitigen Status diesem Bericht angehängt (Anlage 1).

4. Geplante Weiterarbeiten

AP1.3: Untersuchung der Gemischeigenschaften

Dokumentation der generellen Eigenschaften (Partikelgrößenverteilung, Partikelform, Dichte, Magnetismus usw.) des Gemisches und seiner Komponenten.

Herstellung von optimierten Abrasivmittelmischungen unter Verwendung der separierten Mischungen aus AP2.3.

AP2.3: Separationsversuche

Versuche zur Separation von Schnittfugenmaterial und Abrasivmittel aus dem beigestellten Mustergemisch mit den gewählten Separationsverfahren unter Verwendung der Ergebnisse von AP1.3.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Es wurde ein Beitrag zur Jahrestagung Kerntechnik 2012 eingereicht.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe | | Förderkennzeichen: 02 S 8881 |
| Vorhabensbezeichnung: Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.09.2011 bis 31.08.2014 | Berichtszeitraum: 01.09.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 1.039.254,00,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Wörn | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

AP1 (IPR): Integration neuer Hardware-Komponenten

Aufgrund neuer Marktentwicklungen wurden zunächst 3D-Scansysteme durch praktische Vorführungen näher begutachtet sowie Details zum Aufbau des Leitstandes diskutiert.

AP2 (IPR): Umweltmodell-Generierung und Exploration

Für die Erstellung des Umweltmodells wurden neben der Begutachtung neuer 3D-Scansysteme vor allem aktuelle Verfahren und existierende Bibliotheken zur Verarbeitung großer Punktwolken näher untersucht und zur weiterführenden Evaluation in ein am IPR entwickeltes Simulations-Framework integriert.

AP1 (TMB): Analyse von Störfaktoren / Grundlagenuntersuchungen

Im Rahmen der Grundlagenuntersuchungen wurden die für die vorgesehene Arbeitsumgebung des Manipulators erforderlichen Störfaktoren bei Vor-Ort-Besichtigungen aufgenommen. Hierbei wurden repräsentative Störfaktoren (Durchbrüche, Aussparungen, Türöffnungen etc.) von im Rückbau befindlichen kerntechnischen Anlagen identifiziert und erfasst. Zudem wurde mit einer Recherche zum Stand der Technik beim sog. „Freimessen“ nach erfolgter Dekontamination begonnen. Darüber hinaus haben am TMB zwei Koordinationsgespräche zur Festlegung der Schnittstellen sowie eine Kurzdarstellung der derzeitigen Steuerungsumgebung des Manipulators in LabVIEW stattgefunden.

4. Geplante Weiterarbeiten

Am IPR wird mit AP1 der Aufbau des Leitstandes und die Integration der Hardware abgeschlossen. Im Rahmen von AP2 wird mit der Modellierung der Umwelt und der Verarbeitung der Scandaten begonnen. Nach Abschluss der kinematischen Modellierung des Manipulators werden in AP4 Konzepte für die Planung einer optimalen Bahn unter Berücksichtigung des Bewegungsmodells erarbeitet.

Im nachfolgenden Berichtszeitraum werden am TMB die Grundlagenuntersuchungen abgeschlossen und mit AP2 (TMB) „Bewegungsabläufe des Manipulators / Bahnplanung mit Randbedingungen“ begonnen. An der Testumgebung am TMB sollen die tatsächlichen Längen und Abstände bzw. Abmessungen – beispielsweise beim vertikalen Schreiten – exakt aufgenommen werden, so dass diese in die Bahnplanung des Kooperationspartners übernommen werden können. Darüber hinaus soll am TMB mit AP3 „Entwicklung und Untersuchung eines Schnellkuppelsystems“ begonnen werden.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden | | Förderkennzeichen: 02 S 8891 |
| Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2011 bis 30.09.2014 | Berichtszeitraum: 01.10.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 583.616,00 EUR | Projektleiter: Prof. Dr. Hurtado | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

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

4. Geplante Weiterarbeiten

- Konzeption der Versuchsanlage zur Laserdekontamination PCB-haltiger Lackschichten auf Basis der Erkenntnisse der Literaturrecherche
- Planung der einzelnen Versuche
- Durchführung von Orientierungsmessungen

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

| | | |
|---|---|---|
| Zuwendungsempfänger: Technische Universität Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 6, 09599 Freiberg | | Förderkennzeichen: 02 S 8901 |
| Vorhabensbezeichnung: Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) | | |
| Zuordnung zum FuE-Programm: Stilllegung/Rückbau kerntechnischer Anlagen | | |
| Laufzeit des Vorhabens: 01.10.2011 bis 30.09.2014 | Berichtszeitraum: 01.10.2011 bis 31.12.2011 | |
| Gesamtförderbetrag des Vorhabens: 335.487,90 EUR | Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. Trimis | |

1. Vorhabensziele/Bezug zu anderen Vorhaben

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

2. Untersuchungsprogramm/Arbeitspakete

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

3. Durchgeführte Arbeiten und Ergebnisse

Auf Grund der detaillierten Prüfung des Projektantrages und der damit verbundenen Verzögerung der Überstellung des Zuwendungsbescheides konnte das Projekt erst im Dezember 2011 beginnen. Daher umfasst der vorliegende Zwischenbericht lediglich einen Bearbeitungsmonat des Vorhabens.

Ausgehend von der Literaturrecherche zu Reaktionsmechanismen polychlorierter Dibenzodioxine sowie -furanen ist bei der Verbrennung organischer Stoffe unter Anwesenheit chlorierter Verbindungen mit der Bildung von PCDDs/PCDFs im Temperaturbereich zwischen 250 und 800 °C bei erhöhten Verweilzeiten (Sekunden) im Rahmen der Chemie der unvollständigen Verbrennung zu rechnen. Die Verbrennung von polychlorierten Biphenylen unter diesen Parametern kann zur vermehrten Bildung polychlorierter Dibenzofurane führen, wobei vier wesentliche Reaktionswege, alle im Temperaturbereich oberhalb 400 °C, festgestellt wurden:

- die Bildung durch Abspaltung von ortho-Cl₂
- die Bildung durch Abspaltung von ortho-HCl
- die Bildung durch Abspaltung von HCl mit 2,3-Shift
- sowie die Bildung durch Abspaltung von ortho-H₂

Weiterhin besteht die Möglichkeit der ab-initio Kontamination technischer PCB mit PCDFs sowie im geringeren Umfang mit PCDDs. Der Abtraglaser muss folgerichtig die vollständige Zerstörung dieser drei Stoffgruppen gewährleisten.

Das LIF- Verfahren zur Detektion des CCl- Radikals als Indikationsradikal des vollständigen Abbaus dieser Stoffe wird an einem Teststand der vollständigen Verbrennung von Monochlormethan oder Chlorethen entwickelt. Hierfür wird ein bereits vorhandener Brenner verwendet, wobei die Stoffströme bereits ausgelegt und die benötigten Massendurchflussregler bestellt wurden. Da bei der Verbrennung dieser chlorierten Verbindungen HCl sowie im geringen Umfang Phosgen entsteht und die Einsatzstoffe selbst ein außerordentliches Gefährdungspotential aufweisen, ist der Versuchsstand mit entsprechend bemessenen Arbeitsschutzmaßnahmen auszustatten. Dabei zeichnet sich eine komplexe Gesamteinhausung sowie Adsorption der entstehenden toxischen Gase im Abgasweg ab, wobei weitere umfangreiche Recherchen durchgeführt werden.

Die Recherche zur Konzeption der gaschromatographischen Analyse der stabilen Reaktionsprodukte im Abgasweg des Abtragsystems hat ergeben, dass die Detektion über ein Massenspektrometer zur quantitativen Analyse der Verbindungen notwendig ist. Es wird geprüft, inwieweit das bestehende GC-Messsystem eingesetzt werden kann bzw. umgerüstet werden muss. Des Weiteren ist der Umbau mit entsprechenden Kapillarsäulen zur Auftrennung von PCDD/PCDF- haltigen Gemischen vorgesehen.

Die Konzeptionierung des Prüfstandes an der TU Dresden wird hinsichtlich der Einbindung der Lasermesstechnik begleitet.

4. Geplante Weiterarbeiten

Entsprechend der Planung des Arbeitspakets FG-1 sind weitere umfassende Recherchen bezüglich der Reaktionsmechanismen von PCB/PCDD/PCDF geplant. Auf der Basis der Erkenntnisse der Recherchen hinsichtlich Sicherheitstechnik wird der Versuchsstand zur Untersuchung der laserinduzierten Fluoreszenz konzipiert und erste Versuche geplant. Weitergehende Recherchen zur konventionellen Analytik der PCDD/PCDF sollen die Möglichkeiten und Methoden dieser Technik und das nötige Wissen für Anschaffungen auf diesem Gebiet vertiefen.

5. Berichte, Veröffentlichungen

Keine.

2.3 Ausführende Forschungsstellen

- | | | |
|--|--|----|
| AREVA NP GmbH, Paul-Gossen-Str. 100, 91052 Erlangen | | |
| 02 S 8861 | Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik | 98 |
| Brenk Systemplanung GmbH, Heider-Hof-Weg 23, 52080 Aachen | | |
| 02 S 8619 | EDV-Programm zur Unterstützung und Dokumentation der Gebäudefreigabe kerntechnischer Anlagen (PUG) | 50 |
| Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Unter den Eichen 87, 12205 Berlin | | |
| 02 S 8588 | Handhabungs- und Transportkonzepte zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau: Entwicklung rechnerischer Analysemethoden für stoßdämpfende Strukturen beim Anprall oder Absturz von Abfallgebinden (ENREA) | 44 |
| DBE Technology GmbH, Eschenstr. 55, 31224 Peine | | |
| 02 S 8679 | Status quo der Lagerung ausgedienter Brennelemente aus stillgelegten / rückgebauten deutschen Forschungsreaktoren und Strategie (Lösungsansatz) zu deren künftigen Behandlung / Lagerung | 62 |
| Dr.-Ing. Uwe Görisch GmbH, Am Heegwald 4, 76227 Karlsruhe | | |
| 02 S 8841 | Überwachungssystem mit integrierter Messensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | 94 |
| EnBW Energie Baden-Württemberg AG, Durlacher Allee 93, 76131 Karlsruhe | | |
| 02 S 8780 | Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung | 84 |
| Forschungszentrum Jülich GmbH, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich | | |
| 02 S 8790 | Entsorgung von bestrahltem Graphit | 86 |
| Friedrich-Schiller-Universität Jena, Fürstengraben 1, 07743 Jena | | |
| 02 S 8528 | Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließende Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) | 36 |
| GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung, Planckstraße 1, 64291 Darmstadt | | |
| 02 S 8355 | Molekulare und zelluläre Wirkung dicht ionisierender Strahlen - <i>Strahlenforschung</i> | 30 |
| 02 S 8497 | Induktion und Transmission von genetischen Schäden nach Hoch-LET Bestrahlung: In vivo und in vitro Untersuchungen - <i>Strahlenforschung</i> | 34 |
| HERRENKNECHT AG, Schlehenweg 2, 77963 Schwanau | | |
| 02 S 8649 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | 56 |

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

- | | | |
|------------------|--|----|
| 02 S 8760 | Verbundprojekt Schneidladung: Schneidladung als Zerlegeverfahren beim Rückbau kerntechnischer Anlagen und Qualifizierung im kerntechnischen Umfeld | 80 |
|------------------|--|----|

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

- | | | |
|------------------|--|-----|
| 02 S 8477 | Regulation der Nicht-homogenen Endverknüpfung durch post-translationelle Modifikation <i>- Strahlenforschung</i> | 32 |
| 02 S 8548 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | 40 |
| 02 S 8608 | ASTU Automatisierte Seilsägetechnologie für Unterwasserdemontage | 48 |
| 02 S 8659 | Verbundprojekt: Innovativer Abbruch massiger Stahlbetonstrukturen (INAS) | 58 |
| 02 S 8709 | Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | 68 |
| 02 S 8770 | Verbundprojekt AKOF: Optimierung der verfahrenstechnischen Kette „Abtrag kontaminierter Flächen“ unter dem Aspekt Maximierung der Abtragsleistung | 82 |
| 02 S 8821 | Überwachungssystem mit integrierter Messensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | 90 |
| 02 S 8851 | Internationale Rückbautechniken und Managementmethoden für kerntechnische Anlagen – Eine wissenschaftliche Analyse des internationalen Standes der Technik (IRMKA) | 96 |
| 02 S 8871 | Neuartige Entsorgungswege für Abrasivmittel aus der Wasserstrahl-Schneidtechnik | 100 |
| 02 S 8881 | Manipulatorgesteuertes Freimessen von Oberflächen | 102 |

| |
|---|
| Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover |
|---|

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

| |
|---|
| sat. Kerntechnik GmbH, Vangionenstr. 15, 67547 Worms |
|---|

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

- | | | |
|---|---|-----|
| Schrott-Wetzel GmbH, Ruhrorter Str. 40-46, 68219 Mannheim | | |
| 02 S 8831 | Überwachungssystem mit integrierter Messensorik für radioaktiv belastete Eisen- und Nichteisenschrotte (MEREN) | 92 |
| Siempelkamp Nukleartechnik GmbH, Siempelkampstr. 45, 47803 Krefeld | | |
| 02 S 8720 | Verbundprojekt: Qualifizierung thermisch gespritzter Korrosionsschutzschichten für dickwandige Behälterkomponenten (QUAKOS) | 72 |
| Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen | | |
| 02 S 8719 | Verbundprojekt: Ablation kontaminierter Oberflächen zementgebundener Bauteile beim Rückbau kerntechnischer Anlagen (MACOS) | 70 |
| Technische Universität Bergakademie Freiberg, Akademiestr. 8, 09599 Freiberg | | |
| 02 S 8901 | Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) | 106 |
| Technische Universität Darmstadt, Karolinenplatz 5, 64289 Darmstadt | | |
| 02 S 8335 | Biologische Wirkung niedriger Dosen ionisierender Strahlung - <i>Strahlenforschung</i> | 28 |
| Technische Universität Dresden, Helmholtzstr. 10, 01069 Dresden | | |
| 02 S 8538 | Verbundprojekt: Maßnahmen zur Strahlenschutzvorsorge radioaktiv belasteter Großflächen durch Sanierung mittels Phytoremediation und anschließender Verwertung der belasteten Pflanzenreststoffe (PHYTOREST) | 38 |
| 02 S 8558 | Verbundprojekt: MANOLA - Manipulatorgesteuerter Oberflächenabtrag durch Lasertechnologie | 42 |
| 02 S 8891 | Untersuchungen zum emissionsarmen Abtrag von Lackschichten mittels Laserstrahlung (LaColor) | 104 |
| Technische Universität München, Arcisstraße 21, 80333 München | | |
| 02 S 8669 | Nutzung von Bremsstrahlungsinformationen für die zerstörungsfreie Charakterisierung radioaktiver Abfälle | 60 |
| Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V., Bautzner Landstr. 128, 01328 Dresden | | |
| 02 S 8740 | Erprobung elektromechanischer Abtragstechnologien für den Rückbau stark armierter Betonstrukturen und das Zerlegen starkwandiger Bauteile in kerntechnischen Anlagen | 76 |
| 02 S 8801 | Elektrochemische Verfahrensentwicklung zur Reinigung von organischen, C-14-belasteten Abfall- und Reststofflösungen | 88 |
| WTI Wissenschaftlich-Technische Ingenieurberatung GmbH, Karl-Heinz-Beckurts-Str. 8, 52428 Jülich | | |
| 02 S 8598 | Qualifikation und Erprobung von stoßdämpfenden Strukturen und Materialien zur Optimierung/Reduzierung der Beanspruchung von Verpackungen zur Entsorgung radioaktiver Reststoffe aus Stilllegung und Rückbau (QUEST) | 46 |