

2016

5

ISSN · 1431-5254

2016 AMNT

AMNT 2016

297 New Nuclear Research Center in El Alto

300 I Energy Policy, Economy and Law

The German Atomic Law on Trial

305 I Spotlight on Nuclear Law

No Space Left for Legal "Tricks"

310 I Operation and New Build

Design Characteristics for Pressurized Water Small Modular Nuclear Power Reactors

323 ₁ Fuel

Licensing Challenges for PWR & BWR Fuel

Issue 5

May



View of ČEZ's nuclear power plant site Temelín with two VVER-1000 in operation. The six NPP's at Temelín and Dukovany contribute about 36 % of the electricity production in the Czech Republic.

Editorial

Welcome Addresses for the 47" Annual Meeting	
on Nuclear Technology (AMNT 2016)	
10 to 12 May 2016, Hamburg 2	287
Grußworte zum 47 th Annual Meeting on Nuclear	
Геchnology (AMNT 2016)	
10. bis 12. Mai 2016, Hamburg 2	288

Abstracts	English .									292
Abstracts	German.									293

Inside Nuclear with NucNet

ive	Years	On:	The	Status	at	Fukushima-Daiichi .	 294	

NucNet

DAtF Notes 295

Calendar .	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷	296

Energy Policy, Economy and Law

Boliv	ia: Th	е	Ne	ew.	/ N	Νu	ıcl	e	ar	R	es	e	ar	ch	(Сe	nt	te	r			
in El	Alto.																					2

Mauro Nogarin



Artist view of the Center for Research and Development in Nuclear Technology in Bolivia.

The German Atomic Law on Trial:
The Requirements of the EURATOM Nuclear
Safety Directive
Deutsches Atomrecht auf dem Prüfstand:
Die Anforderungen aus der EURATOM-Richtlinie
zur nuklearen Sicherheit

Christian Müller-Dehn

Spotlight on Nuclear Law

The Hearing at the Federal Constitutional Court
on the Nuclear Phase-out: No Space Left for
Legal "Tricks"
Die Verhandlung beim Bundesverfassungsgericht
über den Kernenergieausstieg: Kein Raum
für juristische "Zaubertricks"

Tobias Leidinger



Environment and Safety

Thermal Analysis of an Irradiation Capsule for High-temperature Materials to be Used

Man Soon Cho, Kee Nam Choo and Sung Ryul Kim

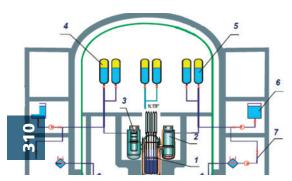


Instrumented capsule for the material irradiation test.

Operation and New Build

Design Characteristics for Pressurized Water Small Modular Nuclear Power Reactors

Iraj Mahmoudzadeh Kani, Mehdi Zandieh, and Saeed Kheirollahi Hossein Abadi



Using passive emergency core cooling system in SMR.

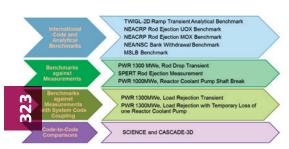
Decommissioning and Waste Management

Decommissioning and Dismantling of the Rossendorf Isotope Production 317 Stilllegung und Rückbau der Rossendorfer

Thomas Grahnert, Sven Jansen, Wolfgang Boeßert and Steffen Kniest



Decommissionng activities at the Isotope Production in Rossendorf, Germany.



AREVA validation data for advanced PWR codes & methods.

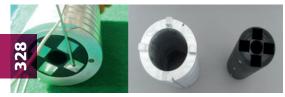
Fuel

AREVA Solutions to Licensing Challenges in PWR & BWR Reload and Safety Analysis 323

Florin Curca-Tivig

Recent Irradiation Tests for Future Nuclear

Man Soon Cho, Kee Nam Choo, Seong Woo Yang and Sang Jun Park



Structure of double thermal media.

Event Report

Experts Meeting on Waste Disposal 332 5. Essener Fachgespräch Endlagerbergbau:

Editorial

Nuclear Today

Five Years After Fukushima, it's Time to Seize

John Shepherd

Report

Operating Results 2015:



Stilllegung und Rückbau der Rossendorfer Isotopenproduktion

Teil 1: Betriebshistorie, Genehmigungsverfahren und Planungskonzept

Thomas Grahnert, Sven Jansen, Wolfgang Boeßert und Steffen Kniest

Vorspann Nach reichlich 40 Jahren Produktionsbetrieb wurden 2000 mit dem Auslaufen der Betriebsgenehmigung die letzten Produktionsanlagen der *Rossendorfer Isotopenproduktion* endgültig stillgesetzt. Nachdem in den letzten Jahren des Produktionsbetriebs schon abschnittsweise mit der Stilllegung von außer Betrieb genommenen Produktionsanlagen begonnen wurde, schloss sich nunmehr für den Gesamtkomplex der *Rossendorfer Isotopenproduktion* nahezu lückenlos die Stilllegung und der Rückbau aller bis dato noch betriebenen Produktionsanlagen und Gebäudekomplexe an. Im folgenden zweiteiligen Bericht wird die Stilllegung und der Rückbau des Anlagenkomplexes der *Rossendorfer Isotopenproduktion* vorgestellt, wobei im **Teil 1 (atw 5/2016)** anknüpfend an die Betriebshistorie das durchlaufene Genehmigungsverfahren sowie das realisierte Planungskonzept vorgestellt werden und im **Teil 2 (atw 6/2016)** auf ausgewählte Aspekte der Stilllegungsdurchführung eingegangen wird.

1 Einleitung

Seit 1958 wurde am Forschungsstandort Rossendorf in einem aus mehreren Gebäuden bestehenden Technologischen Zentrum eine umfangreiche Isotopenproduktion betrieben, in der Radiopharmaka, Radiochemikalien und umschlossene Strahlenquellen aus einer Vielzahl verschiedener Radionuklide hergestellt wurden.

Das Technologische Zentrum bestand aus mehreren Gebäuden sowie angrenzenden Hofbereichen. Das erste Produktionsgebäudes wurde 1957 erbaut. Als Folge des ständig wachsenden Bedarfs von Wirtschaft und Wissenschaft an radioaktiven Isotopen und radioaktiv markierten Verbindungen wurde das Technologische Zentrum der Isotopenproduktion in den Folgejahren mit der Errichtung weiterer Produktionsgebäude sowie infrastruktureller Einrichtungen kontinuierlich erweitert.

Für die Rossendorfer Isotopenproduktion war der Rossendorfer Forschungsreaktor (RFR) das Instrument der Wahl, um die vielen interessanten und gewünschten Radionuklide zu erzeugen. Der nukleare Betrieb des RFR wurde am 27. Juni 1991 endgültig eingestellt. Damit entfiel für die Isotopenproduktion die wesentlichste Bezugsquelle für deren benötigte Radionuklide. Es war daher nur folgerichtig, dass der Beschluss zur Stilllegung des RFR auch den Beschluss zur Stilllegung der Rossendorfer Isotopenproduktion zur Konsequenz hatte.

Auf der Grundlage mehrerer in den Jahren 1993 und 1996 vollzogener Kabinettsbeschlüsse des *Freistaats Sachsen* wurde der *Verein für* Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e. V. (VKTA – im Dezember 2014 Umbenennung in "VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.") mit der vollständigen Beseitigung der nuklearen Altlasten des Forschungsstandorts Rossendorf und damit mit der schrittweisen Stilllegung und dem daraus resultierenden vollständigen Rückbau der Rossendorfer Isotopenproduktion beauftragt.

Der Beitrag beschreibt die Randbedingungen und den Ablauf des dafür erforderlichen komplexen Genehmigungsverfahrens und geht auf die spezifischen radiologischen, technischen und technologischen Aspekte bei der Stilllegung und dem Rückbau der Rossendorfer Isotopenproduktion ein

2 Betriebshistorie

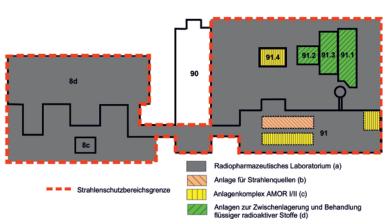
Der Anlagenkomplex der Rossendorfer Isotopenproduktion (Abbildung ${\bf 1}$ und

Kernverfahrenstechnik und Analytik Abbildung 2) bestand im Einzelnen Rossendorf e. V. (VKTA – im Dezember aus

- a) einem Radiopharmazeutischen Laboratorium (Gebäude 8c und 8d sowie Bereiche im Keller- und Erdgeschoss des Gebäudes 90 und 91).
- b) einer Anlage für Strahlenquellen (Gebäude 91),



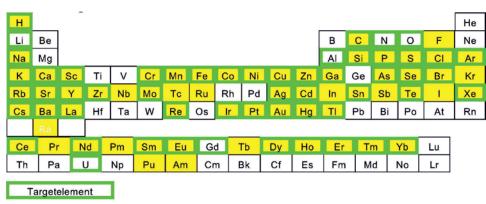
Abb. 1.Anlagenkomplex der Rossendorfer Isotopenproduktion.



ADD. 2.

Anlagenbereiche (mit Angabe der Gebäudenummern) der Rossendorfer Isotopenproduktion (Stand Mitte 2000).





verarbeitetes Element

Targetelement und verarbeitetes Element

Abb. 3.
Targetelemente und verarbeitete Elemente in der Isotopenproduktion)

³ H	⁵⁹ Fe	87mSr/87Y	¹³² Te/ ¹³² I	^{152/154} Eu
¹⁴ C	⁵⁶ Co	⁸⁹ Sr	123	¹⁵⁵ Eu
¹⁸ F	⁵⁷ Co	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	125	¹⁶¹ T b
²² Na	⁵⁸ Co	88 Y	131	¹⁶⁶ Ho
²⁴ Na	⁶⁰ Co	⁹⁰ Y	¹³³ Xe	¹⁶⁹ Er
32Si	⁶³ Ni	⁹¹ Y	¹³⁴ Cs	¹⁷⁰ Tm
^{32/33} P	⁶⁴ Cu	95Zr/95Nb	¹³⁷ Cs	¹⁶⁹ Yb
³⁵ S	⁶⁵ Zn	⁹⁵ Nb	¹³³ Ba	¹⁸⁶ Re/ ¹⁸⁸ Re
³⁶ Cl	⁶⁷ Ga	⁹⁹ Mo/ ^{99m} Tc	¹⁴⁰ Ba/ ¹⁴⁰ La	¹⁹² lr
⁴¹ Ar	⁷² Ga	⁹⁹ Mo	¹⁴⁰ La	¹⁹⁸ Au/ ¹⁹⁹ Au
⁴² K	⁷⁴ As	¹⁰³ Ru	¹⁴¹ Ce	¹⁹⁸ Hg
⁴⁵ Ca	⁷⁵ Se	¹⁰⁶ Ru	¹⁴³ Ce	¹⁹⁷ Hg
⁴⁴ Sc	^{80/82} Br	110mAg	¹⁴⁴ Ce	²⁰³ Hg
⁴⁶ Sc	⁸⁵ Kr	¹¹⁵ Cd	¹⁴³ Pr	²⁰⁴ TI
⁵¹ Cr	⁸¹ Rb/ ^{81m} Kr	113mIn	¹⁴⁷ Nd	²²⁶ Ra
⁵⁴ Mn	⁸⁶ Rb	¹¹³ Sn/ ^{113m} In	¹⁴⁷ Pm	U + Sp.
⁵⁵ Fe	⁸⁵ Sr	¹²⁵ Sb	¹⁵³ Sm	

Legende:

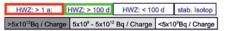


Abb. 4.
Spektrum der in der Isotopenproduktion hergestellten Radionuklide.

- c) der Anlage zur Spaltmolybdänproduktion (Anlage zur Molybdänproduktion Rossendorf, kurz
 AMOR genannt), die als Anlagenkomplex AMOR I/II mit ihren Komponenten zur Brennelementauflösung in der Anlage AMOR I und
 der sich anschließenden Uranrückgewinnung in der Anlage AMOR II
 im Prinzip eine kleine Wiederaufarbeitungsanlage verkörperte (Gebäude 91 und 91.4) sowie
- d) weiteren Anlagen zur Zwischenlagerung und Behandlung von flüssigen radioaktiven Reststoffen (Gebäude 91.1, 91.2 und 91.3).

Etwa 60 verschiedene Elemente wurden als Targetmaterialien in Kernreaktoren oder im Zyklotron bestrahlt und in den Anlagen der Isotopenproduktion verarbeitet (Abbildung 3). Überwiegend erfolgte ein Umgang mit kurz- und mittellebigen Radionukliden. Langlebige Aktinide wurden nur in untergeordneten Mengen verarbeitet.

Auf der Basis von 84 verschiedenen Radionukliden (Abbildung 4) bestand das Produktionssortiment der Rossendorfer Isotopenproduktion u. a. in der Herstellung von ca. 250 markierten organischen Verbindungen sowie der Herstellung von ca. 150 Produkten an Radiochemikalien, Radiopharmaka und umschlossenen Strahlenquellen. Das Leistungsspektrum der Isotopenproduktion wurde neben der Quellenherstellung mit einem umfangreichen Service für umschlossene Strahlenquellen abgerundet (Dichtheitsprüfung, Neukapselung, Umverpackung).

Das gleichzeitig gehandhabte Aktivitätsniveau lag dabei in den einzelnen Anlagenbereichen bei bis zu 10^{15} Bq. Der Umgang mit diesem Aktivitätsniveau erfolgte im Radiopharmazeutischen Laboratorium, in der Anlage für Strahlenquellen sowie im Anlagenkomplex *AMOR I/II* insgesamt in 70 Heißen Zellen bzw. Boxen mit unterschiedlicher Abschirmung und den entsprechenden Transporteinrichtungen zur Verbindung der einzelnen Verarbeitungs- und Produktionskomplexe.

Die Herstellung von Molybdän-99 aus bestrahltem Kernbrennstoff im Anlagenkomplex *AMOR I/II* wurde im Jahre 1990 beendet. Die Arbeiten im Radiopharmazeutischen Laboratorium wurden Mitte 1999 eingestellt und am 30. Juni 2000 wurde mit der

irreversiblen Abschaltung der Anlage für Strahlenquellen das Kapitel zum Betrieb der *Rossendorfer Isotopenproduktion* endgültig abgeschlossen.

3 Genehmigungsverfahren und Chronologie der Stilllegung

Die Wurzeln der Isotopenproduktion in Rossendorf liegen im Zentralinstitut für Kernforschung Rossendorf (ZfK) der Akademie der Wissenschaften der DDR. Die atomrechtlichen Betriebsgenehmigungen für die einzelnen Anlagenkomplexe der Rossendorfer Isotopenproduktion wurden dem ZfK jeweils durch das Staatliche Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz der DDR (SAAS) erteilt. Das ZfK wurde per Einigungsvertrag zum 31.12.1991 aufgelöst. Am gleichen Tag wurden dem VKTA durch das ZfK u.a. der Anlagenkomplex zur Isotopenproduktion übergeben. Durch eine Aufsichtliche Anordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung (SMU; ab Mitte 1998 Sächsisches Staatsministerium für *Umwelt und Landwirtschaft – SMUL)* vom 30.12.1991 wurde eine sofortige Betriebseinstellung für alle Isotopenproduktionsanlagen verfügt und dem VKTA aufgegeben, den Anlagenkomplex der Isotopenproduktion bis zur Klärung des weiteren genehmigungsrechtlichen Vorgehens in einem abgeschalteten und sicheren Betriebszustand zu halten.

Mit der Änderungsgenehmigung **45-4675.VKTA 02-2** vom 30.04.1992 für die Anlage für Strahlenquellen und der Änderungsgenehmigung **45-4661.20 VKTA 04** vom 27.12.1993 für das Radiopharmazeutische Laboratorium erhielt der VKTA die ersten Anschlussgenehmierforderlichen gungen und zwar jeweils noch als Betriebsgenehmigungen. Im Rahmen dieser beiden Genehmigungen wurde anfänglich in der Isotopenproduktion noch ein gegenüber der Vorwendezeit zur deutschen Einheit deutlich reduziertes Produktionsprogramm realisiert. Dazu gehörte u. a. die Herstellung und Prüfung von umschlossenen Strahlenquellen inkl. entsprechender Serviceleistungen für Industriepartner sowie die Herstellung von Markierungskits und Radiopharmaka. Diese Genehmigungen bildeten aber zugleich auch den Startschuss für den Beginn der zeitlich und inhaltlich gestaffelten Stilllegungsaktivitäten für die Rossendorfer Isotopenproduktion. Diese beiden erteilten Änderungsgenehmigungen beinhalteten den Umgang mit sonstigen radioaktiven



Stoffen nach § 3 StrlSchV (jetzt § 7 StrlSchV). Erste Rückbauarbeiten erfolgten für das Radiopharmazeutische Laboratorium in den Gebäuden 8c und 8d. Die Anlagen und Einrichtungen dieser beiden Gebäude wurden schrittweise abgeschaltet, leergefahren und rückgebaut. Das Gebäude 8c wurde nach seiner vollständigen Entkernung und Freimessung 1997 abgerissen. Auf der Grundlage der 1. Änderung zur Änderungsgenehmigung 45-4661.20 VKTA 04/1 vom 30.03.1999 wurden im Gebäude 8d mit dem Abbau von Anlagen und Einrichtungen begonnen.

Beide Änderungsgenehmigungen waren bis zum 30.06.2000 befristet. Am 30.06.2000 lag zwar ein Antrag des VKTA auf Genehmigung nach § 3 StrlSchV für die Stilllegung der Anlage für Strahlenquellen sowie für das Radiopharmazeutische Laboratorium im SMUL vor, die Genehmigung war aber noch nicht erteilt worden. Deshalb wurde am 30.06.2000 eine Aufsichtliche Anordnung erteilt, die die Einstellung des Umgangs mit radioaktiven Stoffen und die weitere Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz im Geltungsbereich der Änderungsgenehmigungen anordnete.

Mit Erteilung der Genehmigung 4661.20 VKTA 25 vom 29.06.2001 nach § 3 StrlSchV (jetzt § 7 StrlSchV) zur Stilllegung und zum Rückbau von Anlagen, Einrichtungen und Räumen in den Gebäuden 90, 91 und 8d konnte das Ausräumen des Gebäudes 8d mit einer anschließenden Gebäudedekontamination fortgesetzt werden. Parallel dazu wurde in den anderen Gebäudeteilen (Gebäude 90 und 91) des Genehmigungsbereichs mit dem Leerfahren der Anlagen sowie dem Ausräumen und der Dekontamination dieser Gebäudeteile begonnen.

Der Anlagenkomplex AMOR I/II erstreckte sich räumlich auf Teile des Gebäudes 91 sowie das Gebäude 91.4. Im Verbund der ehemaligen Isotopenproduktionsanlagen unterlag dieser Anlagenkomplex in der DDR einer separaten atomrechtlichen Genehmigung. Mit Erteilung der Genehmigung 45-4653.43 VKTA 01 vom 20.10.1997 zur Stilllegung des Anlagenkomplexes AMOR I/II nach § 7 (3) AtG wurde mit dem Leerfahren der Anlage von Prozesslösungen der erste Stilllegungsschritt eingeleitet. Für den zweiten Stilllegungsschritt, dem Abbau dieser Anlage, wurde dem VKTA am 07.05.2001 die Genehmigung 45-4653.43 VKTA 02 erteilt. Dieser Stilllegungsschritt beinhaltete den Abbau

von Komponenten und Systemen des Anlagenkomplexes *AMOR I/II* innerhalb der zugehörigen Gebäudeteile.

Auf dem zum räumlichen Geltungsbereich der Genehmigung 4661.20 VKTA 25 gehörenden Hof des Gebäudes 91 befand sich Gebäudekomplex 91.1/2/3. Dieser Gebäudekomplex stand im unmittelbaren technologischen Zusammenhang mit den vorgenannten Anlagen der Isotopenproduktion. Im Gebäude 91.1 dieses Gebäudekomplexes erfolgte auf der Basis der an 17.03.2000 erteilten Genehmigung 4661.20 VKTA 15 nach § 3 StrlSchV (jetzt § 7 StrlSchV) bis zum 31.12.2001 ein Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen und kernbrennstoffhaltigen Abfällen im Zusammenhang mit der Verfestigung von AMOR-Abfalllösungen. In den Gebäuden 91.2 und 91.3 dieses Gebäudekomplexes erfolgte auf der Basis der Genehmigung 4661.20 VKTA 16-2 vom 15.12.1999 der Umgang mit radioaktiven Stoffen zur Zwischenlagerung flüssiger Stoffe nach § 3 StrlSchV (jetzt § 7 StrlSchV). Nach Abschluss der Arbeiten zur Verfestigung der AMOR-Abfalllösungen und dem Abbau der dazu eingesetzten mobilen Konditionierungsanlage MOSS-200 wurde mit der Änderungsgenehmigung 4661.20 VKTA 16-2/2 vom 30.01.2002 das Gebäude 91.1 mit in den räumlichen Geltungsbereich der Genehmigung 4661.20 VKTA 16-2 eingebunden. Im Dezember 2002 wurde die Zwischenlagerung von flüssigen Stoffen beendet. Mit der gemäß § 7 StrlSchV erteilten Genehmigung 4661.20 VKTA 28 vom 06.08.2003 begann der VKTA mit dem Ausräumen der Einrichtungen und Komponenten aus den Gebäuden 91.2 und 91.3 unter Nutzung des Gebäudes 91.1.

Aufgrund ihrer funktionalen und räumlichen Zusammenhänge bildeten die vorgenannten Gebäudekomplexe mit dem Anlagenkomplex AMOR I/II als "Rückbaukomplex 2" (RK 2) einen gemeinsamen Stilllegungskomplex. Auf der Basis der diesem Stilllegungskomplex zuzuordnenden aktuellen Stilllegungsgenehmigungen erfolgte nach dem Leerfahren der Prozesssysteme für den RK 2 das Ausräumen der verfahrenstechnischen Komponenten bis auf die noch für den weiteren Stilllegungsbetrieb erforderlichen Hilfs- und Nebensysteme. Dem schloss sich eine Grob- und Feindekontamination der ausgeräumten Gebäudebereiche an.

Für die sich anschließenden weiteren Stilllegungsphasen im RK 2 stellte

der VKTA einen Antrag auf Genehmigung nach § 7 (3) AtG für die abschließende Stilllegung der Anlagen und Einrichtungen des gesamten RK 2. Für den RK 2 stellte diese am 26.07.2006 erteilte Genehmigung 4653.94 (inkl. von 3 zugehörigen Änderungsgenehmigungen) die atomrechtliche Schlussgenehmigung dar, mit der die bis dato gültigen Stilllegungsgenehmigungen 4661.20 VKTA 25 (nach § 7 StrlSchV), 45-4653.43 VK-TA 01 (nach § 7 (3) AtG), 45-4653.43 VKTA 02 (nach § 7 (3) AtG) und 4661.20 VKTA 28 (nach § 7 StrlSchV) aufgehoben wurden. Mit der Schlussgenehmigung RK 2 wurden somit vier separate Genehmigungen sowie deren Änderungsgenehmigungen in einer abschließenden Genehmigung nach § 7 (3) AtG zusammengefasst.

Für den Umgang mit radioaktiven Stoffen bei der Durchführung von notwendigen radiochemischen Untersuchungen, die im Zusammenhang mit der Stilllegung von Anlagen und Einrichtungen des VKTA stehen, ist dem VKTA am 13.09.2000 die Genehmigung 4653.16 VKTA 20 nach § 9 AtG erteilt worden. Räumlich bezog sich dieser genehmigte Umgang auf das Radiochemische Labor für stilllegungsbegleitende Aufgaben (RL), welches sich im Obergeschoss des Gebäudes 91 befand. Der Betrieb des RL musste während der Inanspruchnahme der Schlussgenehmigung für den RK 2 so lange aufrechterhalten bleiben, bis sich der Bedarf an der Durchführung von stilllegungsbegleitenden radiochemischen Untersuchungen im RL erübrigt hatte. Danach schloss sich die Stilllegung des RL auf der Basis der für den RK 2 beantragten Schlussgenehmigung an, d. h. von der Betriebsgenehmigung 4653.16 VKTA 20 wurde kein Gebrauch mehr gemacht. Sie wurde zurückgegeben und die Schlussgenehmigung für den RK 2 wurde auch für das RL wirksam.

Im Rahmen des Vollzugs der Schlussgenehmigung wurde der RK 2 in vier Abbruchbereiche aufgeteilt (Abbildung 5):

- Abbruchbereich I: Gebäude 8d und angrenzende Hofund Außenbereiche
- Abbruchbereich II: Gebäude 91.1 bis 91.4 und Hofbereich des Gebäudes 91 mit Fortluftschornstein und Fortluftmesscontainer (Gebäude 91.6)
- Abbruchbereich III: Gebäude 91
- Abbruchbereich IV: Gebäude 90



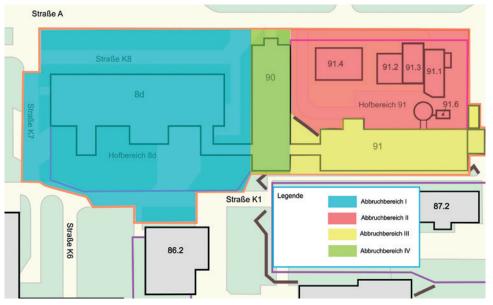


Abb. 5.Abbruchbereiche im Rückbaukomplex 2.

In den einzelnen Abbruchbereichen wurden das zielgerichtete Ausräumen und der Abbau der sich noch in den Abbruchbereichen befindlichen Anlagen und Einrichtungen sowie der nicht mehr benötigten Hilfsund Nebensysteme fortgeführt. Nach erfolgter Grob- und Feindekontamination der entkernten Gebäudebereiche konnten diese zum Abriss bzw. zur Wieder- oder Weiterverwendung freigegeben werden. Die beanspruchten Geländebereiche des RK 2 wurden vollständig saniert. Die Inanspruchnahme dieser Schlussgenehmigung schloss mit der Entlassung aller Anlagen, Einrichtungen, Gebäude und Geländebereiche des RK 2 aus der atomrechtlichen Aufsicht am 05.11.2014 ab. Für die Stilllegung und den

1 Sr-90 2 Eu-152/154 3 Cs 137 4 Co-60

Abb. 6.Schematische Darstellung der Nuklidverteilung auf dem Fußboden eines ausgeräumten Produktionsraumes im Gebäude 8d.

vollständigen Rückbau der Rossendorfer Isotopenproduktion waren insgesamt 10 atomrechtliche Genehmigungen und 5 darauf basierende Änderungsgenehmigungen erforderlich.

4 Radiologische Ausgangssituation

Prägend für die radiologische Ausgangssituation bei der Stilllegung der Rossendorfer Isotopenproduktion waren die in den einzelnen Teilbereichen des Anlagenkomplexes auf der Basis unterschiedlicher Betriebsgenehmigungen realisierten unterschiedlichen und vielfältigen Produktionsprozesse, die bis in das Jahr 1958 zurückreichen.

Aus dem breiten Nuklidspektrum (siehe Kapitel 2) waren für die Stilllegungs- und Rückbauphasen der Isotopenproduktion im Wesentlichen noch die aus Aktivierungen und aufgelösten Brennelementen resultierenden Radionuklide H-3, C-14, Cl-36, Fe-55, Co-60, Sr-90+, Tc-99, Cs-137+, Pm-147, Eu-152, Eu-154, Ir-192 sowie einige Aktinide (Uran, Plutonium) relevant.

Die im Rahmen der radiologischen Aufklärung ermittelten Nuklidvektoren der Kontaminationen an Anlagenteilen und Gebäudeoberflächen waren in den einzelnen Anlagenbereichen und oftmals sogar in einem einzigen Produktionsraum sehr unterschiedlich. Diese großen Unterschiede in den bestimmten Nuklidvektoren hatten ihre Ursache darin, dass die verschiedenen Nuklide wegen der Gefahr von Kreuzkontaminationen an getrennten Orten bzw. Einrichtungen hergestellt wurden. Abbildung 6 zeigt ein solches Beispiel.

Die Analyse von unterschiedlichen Targetmaterialien, die im Kernreaktor bestrahlt wurden, zeigte nach langjähriger Abklingzeit der Materialien als wesentliche Restaktivität die Nuklide Co-60, Eu-152 und Eu-154. Dies erklärt, dass diese Nuklide an fast allen Orten in den verschiedenen Anlagenbereichen gefunden wurden, obwohl an vielen dieser Orte niemals mit diesen Nukliden zur Herstellung von markierten Produkten umgegangen wurde.

Insgesamt lagen im Rahmen der Stilllegung und des Rückbaus der Rossendorfer Isotopenproduktion den Vorgängen zur radiologischen Bewertungen, zur Reststoff- und Abfalldeklaration sowie zur Freigabe von radioaktiven Stoffen und beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen nach § 29 StrlSchV über 20 verschiedene Nuklidvektoren zu Grunde.

Nach dem Abschalten der einzelnen Anlagenbereiche und dem Leerfahren von noch in diesen Anlagenbereichen enthaltenen Prozessmedien und -materialien wiesen die einzelnen Anlagenbereiche ein sehr unterschiedliches Dosisleistungs- und Kontaminationsniveau sowie Restaktivitätsinventar auf (Tabelle 1).

5 Planungskonzept

Für die Stilllegung der einzelnen Anlagenbereiche der Isotopenproduktion wurden grundsätzlich folgende Durchführungsphasen konzipiert:

- irreversibles Abschalten der Anlagen
- Entfernen der radioaktiven Stoffe (außer Kontaminationen) durch Leerfahren der Anlage
- Ausräumen der technischen Prozessanlagen, Ver- und Entsorgungseinrichtungen, Hilfs- und Nebenanlagen und sicherheitstechnischer Einrichtungen aus Räumen und Gebäuden
- Dekontamination und Freimessen von Raum-, Gebäude- und Geländebereichen
- Aufhebung der Strahlenschutzbereiche bzw. Entlassung von Gebäude- und Geländebereichen aus der atomrechtlichen Aufsicht
- Abriss bzw. Nachnutzung von Gebäuden sowie Rekultivierung des Geländes

In Abhängigkeit von der Genehmigungs- und Finanzierungssituation sowie vom erzielten Planungs- und Stilllegungsfortschritt musste die Umsetzung dieser einzelnen Durchführungsphasen in den verschiedenen



Anlagenbereichen zeitlich wie inhaltlich zum Teil parallel, überlappend oder versetzt realisiert werden.

Die inhaltliche, räumliche und genehmigungsrechtliche Komplexität der Anlagenbereiche der Isotopenproduktion bildeten wesentliche Gesichtspunkte, die bestimmend für die Entwicklung des Planungskonzepts waren.

So gab es das Erfordernis von Änderungsgenehmigungen für die Erweiterung des räumlichen Geltungsbereichs, da manche Basisgenehmigungen nur das Gebäude beinhalteten, aber um das Gebäude ein Baustellenbereich als Überwachungsbereich eingerichtet oder erweitert werden musste.

Es musste die Sanierung von Bereichen geplant werden, in denen kontaminationsverdächtige Rohrleitungen

in Rohrkanälen unterhalb von Gebäudebodenplatten verlaufen. Der Abriss der Gebäude musste somit unter Aufrechterhaltung von Strahlenschutzbereichen erfolgen, da dem Abriss vorgelagerte vollständige Freigaben nach Anlage II Tabelle 1 Spalte 10 StrlSchV nicht möglich waren.

Es bestand die Notwendigkeit der räumlichen und raumlufttechnischen Trennung von Genehmigungs- und Rückbaubereichen mit erhöhten bzw. vernachlässigbaren Alphakontaminationen durch getrennte Material- und Personenschleusen sowie Zu- und Abluftanlagen. Ebenso bestand die Notwendigkeit der brandschutztechnischen Entkopplung der verschiedenen Genehmigungs- und Rückbaubereiche in einzelne Brandbekämpfungsabschnitte.

In Abhängigkeit von der Höhe des noch vorhandenen Kontaminationsund Dosisleistungsniveaus mussten für einige Rückbaubereiche spezielle Fernhantierungstechniken entwickelt und eingesetzt werden (siehe Kapitel 6).

Letztendlich galt es auch die konstruktiven Besonderheiten der einzelnen Produktionsgebäude und deren Anlagensysteme im Planungskonzept mit zu berücksichtigen. So mussten für einen sicheren Aktivitätseinschluss beim Rückbau von unterirdischen Behälterlagern beim Anlagenkomplex AMOR I/II (Abbildung 7) und bei den Anlagen zur Zwischenlagerung und Behandlung von flüssigen radioaktiven Reststoffen (Abbildung 8) verschiedene, an lufttechnischen Anlagen angeschlossene Einhausungen errichtet werden, in denen das Rückbaupersonal teilweise unter

Anlagenbereich	Zeitpunkt	ODL [Sv/h]	Kontamin	ation [Bq/cm²]	Aktivitätsinventar [Bo			
		[SV/II]	Alpha	Beta/Gamma	Spaltprodukte	Aktinide		
Gebäude 91 – AMOR I (Spaltmolybdänproduktion) und Anlage für Strahlenquellen	nach dem Leerfahren				ca. 1,0E+	12		
	zu Beginn des fernhantierten Rückbaus	3,0E-01						
in den Heißen Zellen	zum Abschluss des fernhantierten Rückbaus	1,0E-04						
	nach Abschluss des manuellen Rückbaus	2,0E-05	< 5,0E+00	< 5,0E+00				
in Arbeitsbereichen an den Heißen Zellen	während des fernhantierten Rückbaus	max. 1,0E-05	< 7,0E-01	< 1,0E+02				
in den Personenschleusbereichen der Heißen Zellen	während des fernhantierten Rückbaus		< 7,0E-01	< 5,0E+00				
an Abfallgebinden aus den Heißen Zellen	während Schleusvorgängen	max. 3,0E-03						
Gebäude 91 – AMOR II (Uranrückgewinnung)					1,7E+10	3,1E+07		
in den Prozessboxen	nach dem Leerfahren	7,0E-07 bis 2,8E-04	1,5E-02 bis 1,8E+01	1,5E+01 bis 1,8E+04				
an Prozesslagerbehältern		1,1E-03						
im Operator- und Servicebereich		3,0E-07 bis 5,0E-05						
Gebäude 91.4 (Abklinglager für AMOR-Lösungen)	nach dem Leerfahren		2,0E+03 bis 1,0E+05	1,0+E06	6,6E+10	1,1E+08		
im Pumpen- und Sumpfraum		1,0E-03						
in den Behälterkammern		1,0E-02						
Gebäude 8d	nach Feindekontamiation		ca. 1,0E+01	ca. 1,0E+01	ca. 1,0E+	.09		
Gebäude 90	nach dem Leerfahren	max. 3,0E-07	keine		ca. 1,0E+	07		
Gebäude 91.1 bis 91.3	nach dem Leerfahren		3,0E-01	5,5E+01	ca. 3,0E+	.09		

Tab. 1.

Dosisleistungs- und Kontaminationsniveau sowie Restaktivitätsinventar in den Anlagenbereichen





Abb. 7.
Stahlleichthalle mit Zu- und Abluftcontainern über dem unterirdischen AMOR-Abklinglager (Gebäude 91.4) für flüssige mittelaktive Abfälle.



Abb. 8.
Einhausungen über den unterirdischen Behältern der Anlagen zur Zwischenlagerung und Behandlung von flüssigen radioaktiven Reststoffen (Gebäude 91.2 und 91.3).

räumlicher Beengtheit und vorwiegend in fremdbelüfteten Anzügen arbeitete (Abbildung 9).

Für die auch nach der Betriebseinstellung für den Rückbau der Isotopenproduktion noch erforderlichen infrastrukturellen Hilfs- und Nebeneinrichtungen, wie die Zu- und Abluftanlagen und die Auffanganlagen für kontaminationsverdächtige Abwässer, wurden Konzepte erarbeitet, die es in Abhängigkeit vom erzielten Rückbaufortschritt ermöglichten, diese Systeme konstruktiv und funktional gemäß der sich verändernden Rückbausituationen in den einzelnen Anlagenbereichen anzupassen oder auch stufenweise außer Betrieb zu nehmen und rückzubauen. Wo es die Rückbautechnologie erforderlich machte, wurden entsprechende Ersatzsysteme bzw. Ersatzmaßnahmen vorgesehen. So wurden die für den Rückbau neu errichteten Einhausungen und Containments an eine mobile Zu- und fortluftüberwachte Abluftcontaineranlage angeschlossen (siehe Abb. 7),

die auch für die Aufrechterhaltung der beim stufenweisen Rückbau der zentralen Zu- und Abluftanlagen noch erforderlichen Luftführungen und Unterdruckhaltungen in den Strahlenschutzbereichen zum Einsatz kam. Für die auch während des Rückbaus noch in den Strahlenschutzbereichen anfallenden kontaminationsverdächtigen Abwässer wurden vor Außerbetriebnahme und Rückbau der zentralen Auffanganlage als Ersatzsystem kleinere und zum Teil mobile Auffangund Pumpsysteme installiert, deren Entsorgung über ein Tankfahrzeug erfolgte.

In die Planung und Koordination der Rückbautätigkeiten war neben einem eigenen Projektteam, welches sich im Wesentlichen aus Fachpersonal der ehemaligen Betriebsmannschaft zusammensetzte, maßgeblich die Firma Siempelkamp Nukleartechnik GmbH (jetzt Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft) involviert. In dieser Konstellation konnten die wertvollen (aber leider oftmals für die

Belange des Rückbaus nur unzureichend dokumentierten) Erfahrungen aus der Betriebszeit der Isotopenproduktion, gepaart mit dem Fachwissen aus der Industrie, zielorientiert und effektiv in eine Rückbaustrategie einfließen. Unter der Projektleitung des VKTA erfolgte der eigentliche Rückbau fast ausschließlich durch industrielle Partner. Die Leistungen der beim Rückbau der Isotopenproduktion tätig gewordenen Firmen wurden nach Ausführungslosen strukturiert und auf der Basis detaillierter Leistungsbeschreibungen und Leistungsverzeichnisse vergeben. Die Investitionen in den für eine derartige Leistungsvergabe höheren Aufwand an planerischen Vorleistungen gegenüber den bei einer Vergabe auf Basis einer funktionalen Ausschreibung erwiesen sich als gerechtfertigt, da damit der geplante Kostenrahmen für die Rückbauausführung effizient eingehalten werden konnte.



Dipl.-Ing. Thomas Grahnert Leiter Reststoffbehandlung und Qualitätswesen

Dipl.-Ing. Sven Jansen Leiter Betrieblicher Strahlenschutz

Dr.-Ing. Wolfgang Boeßert Bereichsleiter Rückbau und Entsorgung

VKTA – Strahlenschutz Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V. Postfach 510119 01314 Dresden, Germany

Dipl.-Ing. Steffen Kniest Projektingenieur Siempelkamp NIS Ingenieurgesellschaft mbH Am Lagerplatz 6 a 01099 Dresden, Germany



Abb. 9. Fremdbelüftete Arbeiten zur Demontage eines AMOR-Abklinglagerbehälters in einem Edelstahlcaisson (Gebäude 91.4).

