

Gefährdungssituation beim Rückbau durch offene radioaktive Stoffe

Zusammenfassung der Präsentation anlässlich der Jahrestagung des LIA.nrw 2017 am 21.09.2017,

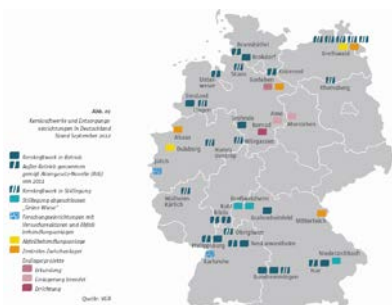
Thomas van Appeldorn, PreussenElektra GmbH, Kernkraftwerke Isar

Gliederung

- Einleitung
- Systemradiologie in Leichtwasserreaktoren
- Schutz und Überwachung des Rückbaupersonals
- Beispiele
- Fazit

Einleitung

Bis Ende 2022 gehen alle deutschen Kernkraftwerke außer Betrieb und danach in den Rückbau. Der Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen ist seit der Inbetriebsetzung betriebliche Routine, wird sich aber im Rückbau erfahrungsgemäß intensivieren. Im Rahmen dieser Präsentation wird am Beispiel des Kernkraftwerks Würgassen (im Rückbau seit 1997) das Gefährdungspotential durch den Umgang mit offener Radioaktivität erläutert.



Systemradiologie in Leichtwasserreaktoren

Im Reaktor von Leichtwasserreaktoren entstehen eine Reihe von Radionukliden, von denen ein Teil auch rückbaurelevant ist. Folgende Prozesse spielen dabei eine Rolle:

Aktivierung von Korrosionsprodukten, Luft und Neutronenabsorber

- Co-60, Fe-55, Ni-63, Sb-125
- C-14
- H-3

Spaltprodukte des nukl. Brennstoffes/Freisetzung nur bei BE Defekten

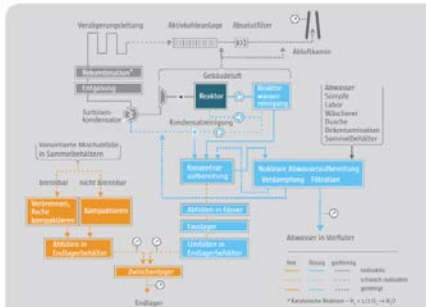
- Sr-90/ Y-90, Cs-137

Transurane/Freisetzung nur bei BE Defekten

- Pu-241/Am-241, Np-239, Cm-243/Cm-244, Pu-240

Entscheidend für die Verteilung der verschiedenen Radionuklide in den Kreisläufen sind die betrieblichen Prozesse. Während z.B. die Korrosionsprodukte zumeist in der Wasserphase der Systeme verbleiben, werden flüchtige Spaltprodukte wie Edelgase in die Abgasanlage transportiert und lagern sich dort nach ihrer Umwandlung in Schwebstoffe an:

Kr-90 wird zu Sr-90; Xe-137 wird zu Cs-137.



Aktivitätsflusschema SWR

System	Bezugsdatum	Nuklidanteile [%]												
		Co 60	Nb 94	Sb 125	Cs 134	Cs 137	Eu 154	Eu 155	C 14	Fe 55	Ni 63	Sr 90	Alpha	Pu 241
Nachkühlung mit Deko	12/01	46,2	0,1	1,7	0,1	5,2	1,0	0,4	0,1	0,3	1,8	0,3	5,8	43,0
Nachkühlung ohne Deko		68,0		2,0	0,7	13,9	0,5		0,2	0,5	2,6	0,4	2,0	15,3
Gasverzögerung ohne Systemdeko	12/96					93,5						6,5		
Verweilbehälter (Gasphase)	07/97	29,2				48,9		0,1	0,2	1,1	1,4	< 2,2	< 16,9	
Verweilbehälter (Wasserphase)		10,8				27,7		0,1	0,4	2,0	0,8	< 3,1	< 16,3	
Reaktorwasserreinigung	04/03	56,9	0,1	1,7		4,9	1,2	0,4	0,3	0,2	3,9	0,2	26,6	

Nuklidverteilung in versch-Syst. Bsp. KWW

Schutz und Überwachung des Rückbaupersonals

Inkorporationsschutzkonzept im KWW:

- Inkorporationen werden durch die Summe der Strahlenschutzmaßnahmen so gering wie möglich gehalten.
- Keine regelmäßige Überwachung gemäß Riphyko erforderlich (Dosis durch Inkorporation < 1mSv/a)
- Überwachungskriterium: Aerosolaktivitäten
- Alpha-Aerosolaktivität < 5 mBq/m³
- VGB-Konzept gilt weiter für Co-60/Cs-137: 100 Bq/m³ (ohne Alpha!)
- Überwachung von Raumluft und Zeltluft mittels Langzeitprobensammler



Besondere Maßnahme an Alpha-Arbeitsplätzen (ab einer Kont. von 0,5 Bq/cm² Alpa):

- Arbeitsplatzeinhausung und -absaugungen
- Möglichst "kalte" mechanische Trennverfahren
- ständige Strahlenschutzaufsicht
- Umkleiden mit Strahlenschutz-Unterstützung
- Persönliche Schutzausrüstung
- Regelmäßige Schulung

- Einhausungen mit Unterdruckhaltung und Doppelschleuse
- Alpha Wäschekreislauf
- Geschlossene Boxen für Abbaumaterial

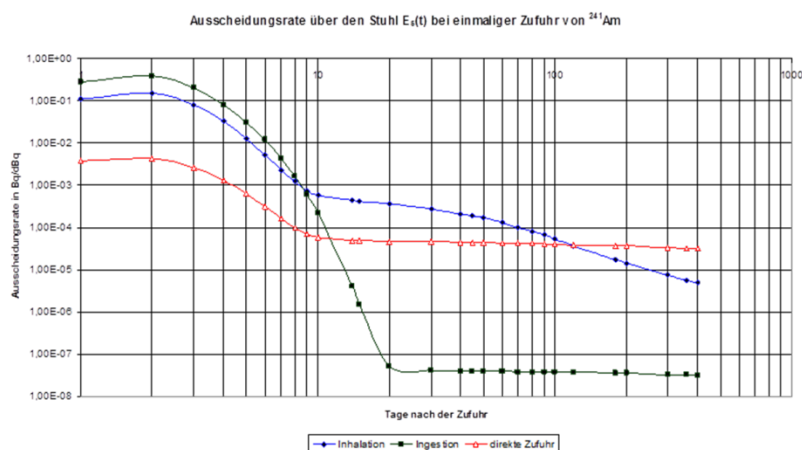
Inkorporationsüberwachung mittels Inkorporationsmessplatz

- Routinemessungen
- Monatliche Messung aller im Kontrollbereich eingesetzten Personen
- Zusätzliche Messungen
- Eigenpersonal
 - Erstuntersuchung
- Fremdpersonal
 - Eingangskontrolle (Einchecken)
 - Ausgangskontrolle (Auschecken)
- Messung bei Zeltluft $>50 \text{ mBq/m}^3 \text{ Am-241}$
- Messung aus besonderem Anlass

Stichprobenhafte Ausscheidungsanalysen

- Dienen der Überprüfung der Wirksamkeit der getroffenen Strahlenschutzmaßnahmen
- Monatliche Auswahl je Alpha-Gewerk 1 Mitarbeiter (gruppenspez.)
- 3er-Serie:
 - Im Abstand von je 2 Tagen
 - Je 24h Stuhl sammeln
 - 1. Probe wird zur Analyse verschickt
 - 2. und 3. Probe nur bei Befund in der 1. Probe auswerten

Warum 3 Stuhlproben: Berücksichtigung der Retentionsfunktion: (Bsp. Am-241)



Inkorporationsmessung aus besonderem Anlass:

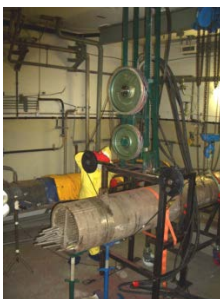
- Wird immer durchgeführt bei akutem Inkorporationsverdacht, insbesondere bei beschädigter persönlicher Schutzausrüstung,
- Kontamination im Kopfbereich,
- nicht zu beseitigenden Kontaminationen im Hals- und Brustbereich,
- größeren Aerosolfreisetzungen im Arbeitsbereich,
- Aufenthalt in Alpha-Bereichen ohne Atemschutz,
- Verletzungen mit offenen Wunden

Beispiele

Rückbau im Sicherheitsbehälter



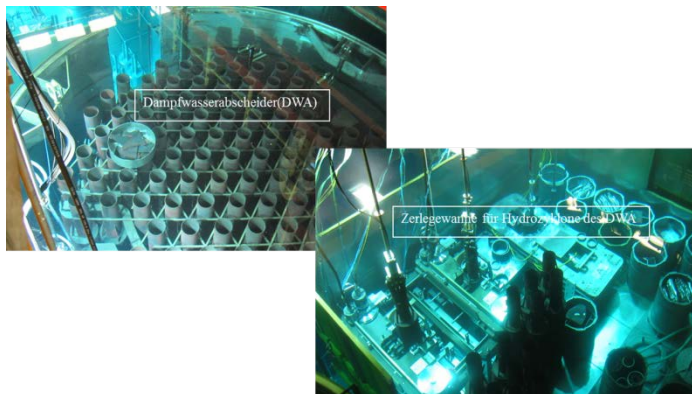
Rückbau der Reaktorwasserreinigung



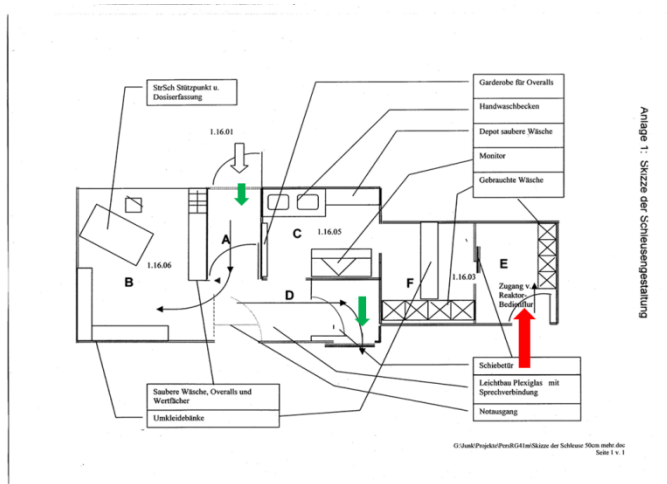
Rückbau der Kondensationskammer-Einbauten



Zerlegung des Dampfwasserabscheiders



Doppelschleuse zum Reaktorbedienflur des KWW



Fazit

- Der Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen intensiviert sich im Rückbau
- Durch entsprechende Vorbereitung und Planung ist jedoch auch im Rückbau eine Dosis durch Inkorporation vermeidbar
- Der Umgang mit Alpha-Kontamination im Rückbau bereitet bei entsprechend umsichtiger Vorgehensweise und Berücksichtigung der „klassischen“ Strahlenschutzgrundsätze keine großen Schwierigkeiten