

Rohstoff oder Sondermüll? Der Rückbau einer kerntechnischen Anlage

Seitz, T

In Zusammenarbeit mit der E.ON Kernkraft GmbH wurde die Behandlung der beim direkten Rückbau einer kerntechnischen Anlage anfallenden Reststoffe untersucht und ein Konzept zur Optimierung der Abläufe entwickelt.

In co-operation with the E.ON Kernkraft GmbH the treatment of the waste materials resulting from the dismantling of a nuclear power plant was examined and a concept for the optimization of the workflow was developed.

1 Ausgangssituation

Beim Rückbau einer kerntechnischen Anlage stehen Ingenieure einer gänzlich anderen Herausforderung gegenüber als sich ihnen beim konventionellen Abriss eines Gebäudes bietet. Es dürfen weder unkontrolliert radioaktive Stoffe an die Umwelt abgegeben werden, noch dürfen die am Rückbau direkt beteiligten Mitarbeiter durch die radioaktiven Stoffe einer gesundheitlichen Gefährdung ausgesetzt sein.

Um dies sicherzustellen, werden nach dem produktiven Betrieb kerntechnischer Anlagen zwei grundsätzlich verschiedene Wege beschritten um das Betriebsgelände in einen Zustand zu überführen, der dem vor der Errichtung der Anlage entspricht.

1.1 Sicherer Einschluss

Der weitaus einfachere Weg beim Rückbau einer kerntechnischen Anlage ist der sichere Einschluss mit darauf folgendem Rückbau. Diese Variante, die beispielsweise beim Kernkraftwerk Lingen angewandt wird, sieht vor, die Anlage nach Beendigung des Produktivbetriebs in einen sicheren, nichtkritischen Zustand zu überführen, in dem sie in der Regel mehrer Jahrzehnte verbleibt. Dazu werden bei einem Kernkraftwerk die Brennelemente entfernt und die Infrastruktur der Anlage an den sicheren Einschluss angepasst. Die Anlage wird fortan nur noch überwacht und nur zu Kontrollzwecken betreten. Da außer Wartungs- und Kontrollarbeiten nur der Objektschutz weiterhin sichergestellt werden muss, kommt die Variante des sicheren Einschlusses in dieser Phase mit einer stark reduzierten Anzahl an Mitarbeitern aus.

Während des sicheren Einschlusses kann die Radioaktivität in der Anlage auf ein Maß abklingen,

das den folgenden Rückbau der Anlage vereinfacht. Weiterhin ermöglicht die Zeit, die Entwicklung von notwendigen Rückbautechniken und –gerätschaften. Diesen Vorteilen steht aber der gravierende Nachteil gegenüber, dass während der Phase des Rückbaus keine Mitarbeiter aus der Zeit der Errichtung oder des Betriebs der Anlage mehr zur Verfügung stehen, die die Arbeiten mit ihren Erfahrungen wesentlich unterstützen können. Bei der früheren Stilllegung kerntechnischer Anlagen wurde dieser Weg dennoch beschritten, da geeignete Techniken damals noch nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung standen.

1.2 Direkter Rückbau

Die weitaus größere Herausforderung stellt der direkte Rückbau einer kerntechnischen Anlage dar, bei dem die Phase des sicheren Einschlusses ‚übersprungen‘ wird und der Rückbau zeitnah auf die Beendigung des Produktivbetriebs folgt. Somit stehen insbesondere die Fachkenntnisse der beschäftigten Mitarbeiter noch zur Verfügung.

Auch aus diesem Grund entschied sich die PreussenElektra als Inhaberin des Kernkraftwerks Würzgassen (KWW), nach dessen endgültiger Abschaltung, 1995 für diese Variante. Die erste Phase wurde 1997 genehmigt und folglich wird das KWW, mittlerweile im Besitz der E.ON Kernkraft GmbH, seitdem zurückgebaut.

2 Das Kernkraftwerk Würzgassen

Das KWW mit einer Nettoleistung von 640 MW war die erste kommerziell betriebene Siedewasserreaktoranlage der Bundesrepublik und wurde 1975, nach einem mehrjährigen Probebetrieb, von der AEG als Errichter an die PreussenElektra übergeben. Bis zur seiner Abschaltung zur routinemäßigen Revision 1994 war der Reaktor 130.045 Stunden in Betrieb und die Anlage erzeugte 72,9 Mrd. kWh Strom. Bei der Revision wurden Rissanzeigen im Kernmantel und an den Kerngitterplatten festgestellt, die 1995 zur Entscheidung der endgültigen Stilllegung und dem Entschluss des sofortigen Rückbaus der Anlage führten.

Es wurde noch 1995 der Antrag auf Stilllegung und des Rückbaus in der Phase I beim zuständigen Ministerium des Landes Nordrhein-Westfalen eingereicht und dieser 1997 genehmigt.

Bis dahin befand sich die Anlage im Stillstandsbetrieb. In dieser Zeit wurde ein detailliertes Rückbaukonzept entwickelt und die technische sowie personelle Infrastruktur den neuen Erfordernissen angepasst. Weiterhin wurden auf Grundlage der noch bestehenden Betriebsgenehmigung die Brennelemente abtransportiert und weitere radioaktive Abfälle und Betriebsmittel entsorgt.

Durch die Ausführung des KWW als Siedewasserreaktor umfasst der Kontrollbereich, in dem offen mit radioaktiven Stoffen umgegangen werden darf,

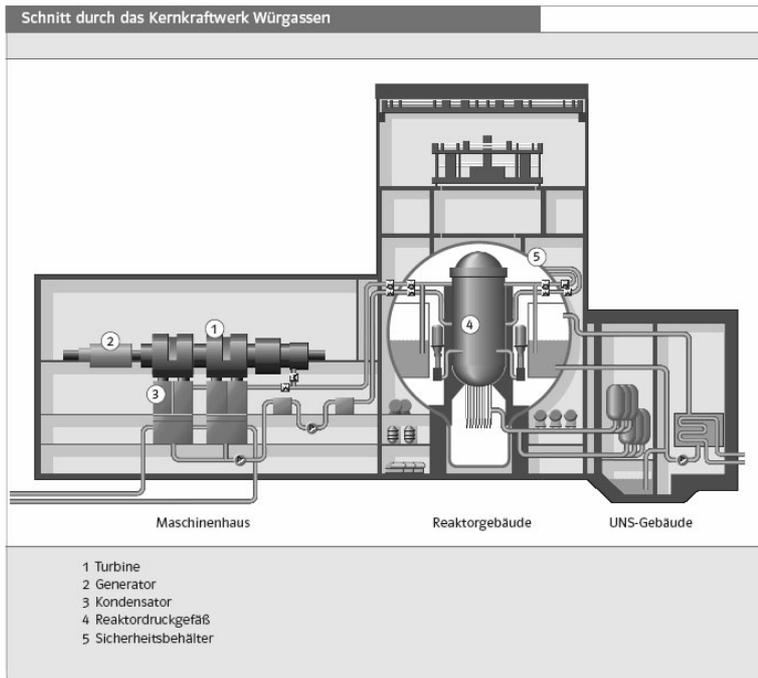


Bild 1: Schnitt durch das KWW im Betriebszustand /1/

neben dem Reaktorgebäude auch das Maschinenhaus sowie einige Nebengebäude (**Bild 1**). Für den Kontrollbereich bestehen besondere Sicherheitsvorschriften. Insbesondere muss verhindert werden, dass radioaktive Stoffe die dort tätigen Mitarbeiter gefährden, sowie ihn unkontrolliert verlassen. Neben weit reichenden Umkleideprozeduren für die Mitarbeiter, die diese beim Betreten und Verlassen des Kontrollbereiches durchzuführen haben, stellen aufwändige Messungen sicher, dass dies gewährleistet ist. Für den Kontrollbereich sowie alle in ihm befindlichen Anlagen und Strukturen gilt zunächst die Annahme, dass sie potenziell radioaktiv kontaminiert sind und somit den Kontrollbereich nicht ohne weiteres verlassen dürfen /2/.

Der Abschluss des Rückbaus des KWW mit der Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung und dem Abbruch der Gebäude ist für das Jahr 2015 geplant /3/.

3 Der direkte Rückbau des KWW

Der direkte Rückbau, der zusammen eine Masse von etwa 255.000 Tonnen /1/ umfasst, gliedert sich in insgesamt sechs Phasen.

Es wird beginnend von Anlagenteilen mit keiner, bzw. geringer Kontamination hin zu immer stärker kontaminierten und aktivierten Teilen zurückgebaut. Dabei gilt die für eine Phase erteilte Genehmigung immer für bestimmte Teilsysteme der Anlage. Die Phasen müssen also nicht zeitlich aufeinander folgen sondern laufen zum Teil auch parallel ab. Während des Rückbaus werden sämtliche Anlagenteile so zerlegt, dass generell alle Oberflächen für eine spätere Behandlung und Messungen ungehindert zugänglich sind. Das heißt normalerweise eine Zerlegung auf eine Größe, die einen Transport in handelsüblichen Gitterboxen möglich macht. Nur bei Großteilen, wie z. B. dem Generator ist es möglich, diese als Ganzes auszuschleusen. Die dazu notwendigen Messungen gestalten sich aber entsprechend aufwändig. Um vor der Zerlegung von Anlagenteilen die anzuwendenden Schutzmaßnahmen festlegen zu können, erfolgen im Rahmen der Antragstellung vielfältige Messungen und Beprobungen. Hier lässt sich auch schon absehen, wie die Materialien -die Reststoffe- später verwendet bzw. entsorgt werden können.

• Phase I

Bild 2 zeigt den Zustand des KWW nach Abschluss der Rückbauphase I.

Hier erfolgen die Stilllegung und der Abbau verschiedener Systeme im Maschinenhaus und im Gebäude mit dem Unabhängigen Nachkühlsystem (UNS) und dem Schnellabschaltssystem (SAS).

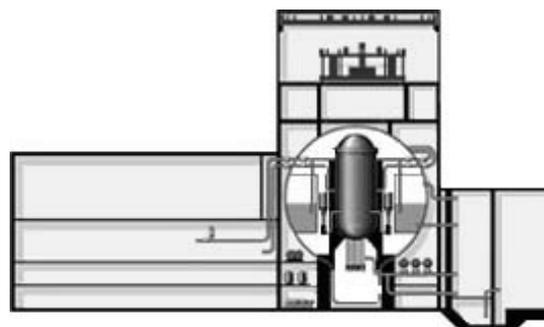


Bild 2: Abschluss der Phase I /1/

- **Phase II**

In der Phase II erfolgt der Abbau von kontaminierten Systemen im Reaktorgebäude außerhalb des Sicherheitsbehälters (**Bild 3**).

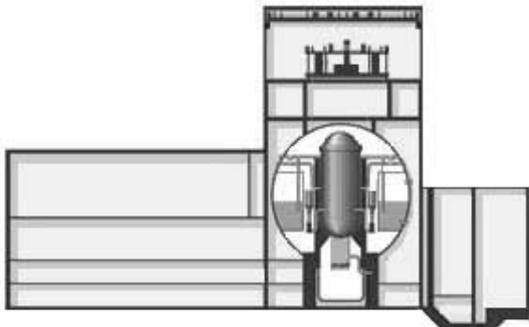


Bild 3: Abschluss der Phase II /1/

- **Phase III**

Hier werden neben dem Druckabbausystem (DAS) weitere Komponenten innerhalb des Sicherheitsbehälters abgebaut. Weiterhin erfolgen der Ausbau und das Zerlegen verschiedener Einbauten des Reaktordruckgefäßes (**Bild 4**).

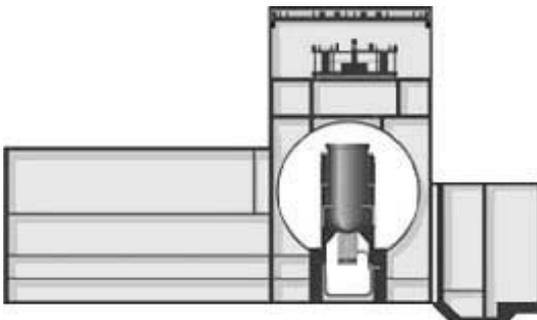


Bild 4: Abschluss der Phase III /1/

- **Phase IV**

Nach dem Zerlegen der Reaktordruckgefäßeinbauten erfolgt das Zerlegen des Reaktordruckgefäßes, des biologischen Schildes (Betonabschirmung) und des Sicherheitsbehälters (**Bild 5**).

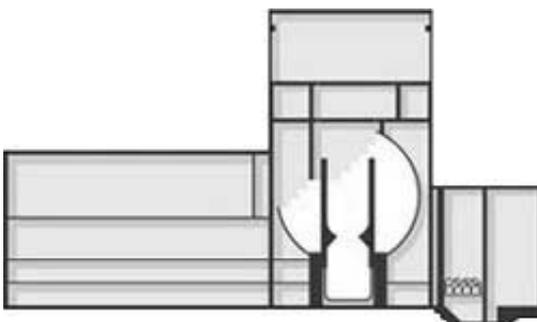


Bild 5: Während der Durchführung der Phase IV /1/

- **Phase V**

In dieser abschließenden Phase unter atomrechtlicher Überwachung erfolgt die Entfernung der Infrastruktur im Kontrollbereich. Nach dem Reinigen und Ausmessen der Gebäude geschieht die Entlassung aus dem Atomrecht. Die während des Rückbaus angefallenen radioaktiven Abfälle werden bis zur Einrichtung eines Endlagers in der Transportbereitstellungshalle und dem umgebauten UNS-Gebäude zwischengelagert (**Bild 6**).



Bild 6: Abschluss der Phase V /1/

- **Phase VI**

Es folgen der konventionelle Abbruch der Gebäude und die Rekultivierung des Geländes (**Bild 7**).



Bild 7: Das rekultivierte Kraftwerksgelände /1/

4 Entsorgung der Reststoffe

Die beim Rückbau anfallenden Reststoffe unterliegen während des gesamten Prozesses, bis zu ihrer Entsorgung, der atomrechtlichen Überwachung. Somit ist sichergestellt, dass sich jederzeit zurückverfolgen lässt, welchen Weg der Reststoff bisher genommen hat, wie er behandelt wurde und welche radioaktiven Eigenschaften er besitzt.

Zu seiner Entsorgung existieren mehrere Möglichkeiten die durch die Strahlenschutzverordnung /4/ vorgegeben sind. Welche letztendlich gewählt wird, ist in erster Linie von der Art und Höhe der Kontamination bzw. der Aktivität abhängig. Grundsätzlich lassen sich drei verschiedene Möglichkeiten unterscheiden.

4.1 Uneingeschränkte Freigabe

Die uneingeschränkte Freigabe stellt den idealen Weg der Entsorgung dar. Die radioaktiven Eigenschaften der Reststoffe liegen bei einer abschließenden Messung unter den entsprechenden Grenzwerten und die Reststoffe können somit in den Wertstoffkreislauf zurückgegeben werden. Unter Umständen kann hier auch eine Freigabe zur Beseitigung unter der Beachtung einschränkender Nebenbedingungen erteilt werden. In diesem Fall muss verhindert werden, dass die Reststoffe in den Wertstoffkreislauf zurückgelangen. Es erfolgt in der Regel eine Lagerung auf einer Deponie oder das Verbrennen. Mit der Freigabe erfolgt eine Entlassung der Reststoffe aus der atomrechtlichen Überwachung.

4.2 Abgabe an andere Genehmigungsinhaber

Mit der Abgabe geht die atomrechtliche Verantwortung auf einen anderen Genehmigungsinhaber über. Somit können Bauteile beispielsweise in anderen Anlagen weiterverwendet werden. Oftmals wird in diesem Fall aber auch die Abgabe zum Schmelzen angewandt. Hierbei werden die metallischen Reststoffe an einen spezialisierten Betrieb gegeben, der sie dann einschmilzt. Dadurch findet zum einen in gewissen Maßen eine Dekontamination statt, es erfolgt aber auch eine erhebliche Volumenreduzierung. Die eingeschmolzenen Reststoffe können dann in den Besitz des Schmelzanlagenbetreibers übergehen oder werden zurückgenommen. Auf jeden Fall zurückgenommen werden muss die Schlacke, die nun den Großteil der radioaktiven Stoffe enthält.

4.3 Entsorgung als radioaktiver Abfall

Für die Entsorgung als radioaktiven Abfall müssen die Reststoffe in endlagerfähige Behältnisse verpackt (konditioniert) werden. Dabei ist darauf zu achten, dass möglichst eine Volumenreduzierung stattfindet. Da in Deutschland noch kein betriebsbereites Endlager für radioaktive Abfälle existiert, müssen die Behälter vorerst in Zwischenlagern am Standort deponiert werden.

Angesichts der ungeklärten Endlagerfrage und in der Verantwortung, nachfolgenden Generationen möglichst wenig radioaktive Fragmente zu hinterlassen, ist dieser Weg, wenn immer möglich, zu vermeiden.

4.4 Behandlungsmöglichkeiten

Da sämtliche Reststoffe potenziell kontaminiert sind, ist eine direkte Entsorgung in der Regel nicht

möglich. Es existieren unterschiedliche Behandlungsverfahren, die angewandt werden, um das Erreichen der Entsorgungsziele sicherzustellen. Diese Behandlungsverfahren sind an Art und Geometrie der Reststoffe sowie die Art und Höhe der Kontamination angepasst. Sie reichen vom einfachen feuchten Abwischen, über das Hochdruckstrahlen mit Wasser, das Beizen in Säurebädern oder die Reinigung mittels Ultraschall bis hin zum Strahlen mit abrasiven Zusätzen, das einen Materialabtrag erzeugt und somit auch festsetzende Kontamination entfernen kann.

Alle diese Behandlungsmöglichkeiten sind allerdings auch stets unter dem Gesichtspunkt der Wirtschaftlichkeit zu betrachten. Der Durchlauf der Reststoffe durch den Behandlungsprozess unterliegt also ähnlichen Einflüssen, wie sie auch in herkömmlichen Fertigungsprozessen zu finden sind.

5 Zusammenfassung

Die beim Rückbau kerntechnischer Anlagen entstehenden Reststoffe müssen auf bestmögliche Weise behandelt werden, um eine ideale Entsorgung sicherzustellen. Dazu sind die zur Verfügung stehenden Behandlungsverfahren unter den Gesichtspunkten der Umsetzbarkeit aber auch der Wirtschaftlichkeit im Behandlungsprozess, der einem Produktionsprozess gleichzustellen ist, einzusetzen. Das Endprodukt ist Schrott, der, zum richtigen Zeitpunkt, in der richtigen Menge und der richtigen Qualität zu liefern ist und somit durchaus einen wertvollen Rohstoff darstellen kann.

6 Literatur

- /1/ EON Kernkraft GmbH, KWW: Vom Kernkraftwerk zur grünen Wiese – Stilllegung und Rückbau des Kernkraftwerks Würgassen. Karl Küster Druckerei, Hannover, 2003
- /2/ Volkmer, Martin: Radioaktivität und Strahlenschutz. Informationskreis Kernenergie, Bonn, 1994 : ISBN3-925986-06-5
- /3/ Pollmann; Sander; Norpoth; Künzel; Hillberg: Aktivitätsverteilung und Nuklidanteile in den Systemen einer SWR-Anlage ; Erfahrungen aus dem Rückbau des Kernkraftwerkes Würgassen. 5. Int. Symposium Strahlenschutz, München, 2003
- /4/ Verordnung über den Schutz vor ionisierenden Strahlen (Strahlenschutzverordnung-StrSchV). Bundesgesetzblatt 38/2001