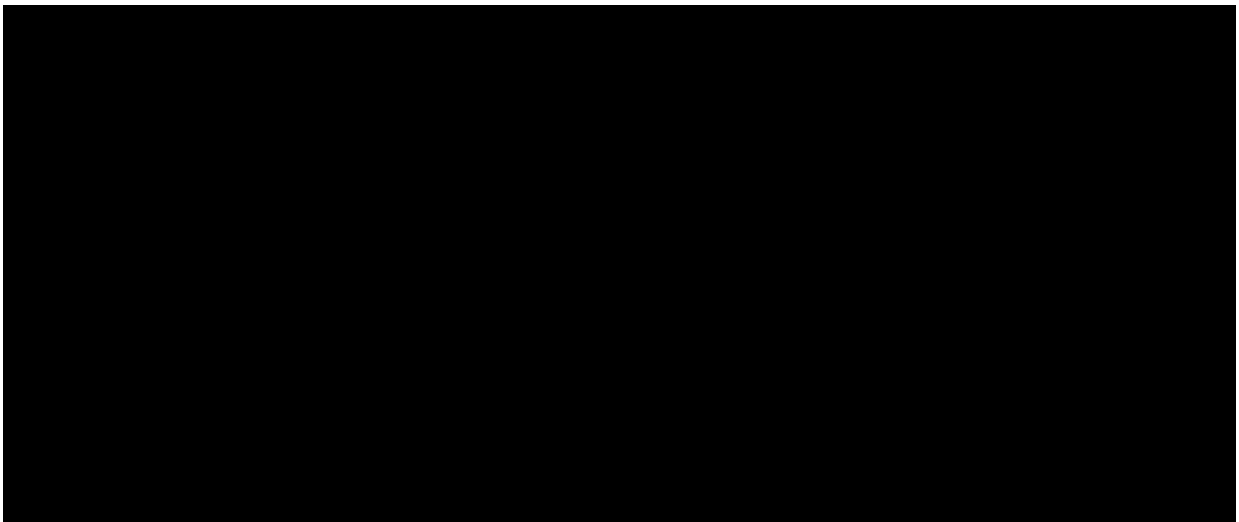



Stilllegung und Abbau des
Kernkraftwerks Brokdorf (KBR)

Abfall- und Reststoffkonzept


Dokument E-04



 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


Änderungsverzeichnis

Rev.	Beschreibung der Änderung	Datum
0	Erstellung des Unterlagenentwurfes	14.12.2018
1	Finalisierung der Unterlage zur Einreichung im Genehmigungsverfahren	17.09.2021
2	Anpassung des Kapitels Herausgabe, Aktualisierung des Literaturverzeichnis	12.01.2022


 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Inhaltsverzeichnis


		Seite
1.	Zusammenfassung	7
2.	Einführung	8
2.1	Zielsetzung	8
2.2	Geltungsbereich.....	9
3.	Reststoff-/Abfallaufkommen und Verbleib	10
3.1	Stoffliche Eigenschaften der Reststoffe und Abfälle	10
3.2	Radiologische Beschreibung der Reststoffe und Abfälle	11
3.3	Abschätzung von Massen und Zuordnung von Entsorgungszielen	12
3.3.1	Planungsmethodik	12
3.3.2	Massenströme	13
4.	Grundzüge der Entsorgung	17
4.1	Gesamtkonzeption.....	17
4.2	Minimierung des Anfalls radioaktiver Reststoffe	18
4.3	Abfallminimierung	18
4.4	Wahl des Entsorgungsziels.....	19
4.5	Erfassung und Nachverfolgung von radioaktiven Reststoffen und radioaktiven Abfällen....	21
5.	Wiederverwendung und kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich.....	23
6.	Reststoffbehandlung und Freigabe	24
6.1	Allgemeines.....	24
6.1.1	Freigabearten.....	25

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


6.1.2	Freigabebescheid	26
6.1.3	Freigabe bei anderen Genehmigungsinhabern	27
6.1.4	Vermischungsverbot	27
6.2	Voruntersuchung	28
6.3	Sammlung und Sortierung anfallender Reststoffe	29
6.4	Reststoffbehandlung.....	29
6.4.1	Zerlegung/Nachzerlegung.....	29
6.4.2	Dekontamination	30
6.4.3	Metallschrott zum Einschmelzen.....	31
6.5	Freigabemessungen	32
6.5.1	Messverfahren	32
6.5.2	Zuordnung des Nuklidvektors.....	32
6.5.3	Orientierungsmessung.....	33
6.5.4	Entscheidungsmessung.....	33
6.6	Entlassung der Reststoffe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung	34
7.	Freigabe von Gebäuden und Bodenflächen	35
7.1	Freigabearten.....	35
7.2	Freigabebescheid	36
7.3	Messverfahren	36
7.4	Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen.....	37
7.5	Freigabe von Bodenflächen	39

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

8.	Konditionierung von radioaktiven Abfällen	41
8.1	Feste radioaktive Abfälle	45
8.1.1	Metallschrott	46
8.1.2	Core-Bauteile	46
8.1.3	Bauschutt	46
8.1.4	Aktivkohle	47
8.1.5	Schwebstofffilter.....	47
8.1.6	Isolierungen	47
8.1.7	Filterkerzen/mechanische Filter	47
8.1.8	Mischabfall.....	48
8.1.8.1	Brennbarer Mischabfall	48
8.1.8.2	Pressbarer Mischabfall.....	48
8.1.8.3	Formstabile, nicht pressbare Mischabfälle.....	49
8.2	Flüssige radioaktive Abfälle	49
8.2.1	Lösungsmittel (organisch) und Altöl	49
8.2.2	Schlämme.....	50
8.2.3	Verdampferkonzentrate	50
8.2.4	Filterkonzentrate	50
8.2.5	Ionenaustauscherharze.....	51
8.2.6	Dekontaminationslösung (anorganisch).....	51
8.3	Radioaktive Sonderabfälle	51

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

9.	Herausgabe.....	52
9.1	Vorgehen.....	53
9.2	Plausibilitätsbetrachtungen	53
9.3	Kontrollmessungen	55
9.4	Erstellung der Dokumentation.....	56
9.5	Bestätigung der Herausgabe durch den Strahlenschutzbeauftragten	56
10.	Dokumentation, Buchführungs-, Mitteilungs- und Aufbewahrungspflichten	57
10.1	Freigabedokumentation	58
10.2	Abfallgebindedokumentation	58
11.	Transporte	59
12.	Puffer- und Zwischenlagerung	59
12.1	Pufferlagerung	60
12.2	Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle.....	61
13.	Anhang	63
13.1	Abkürzungen	63
13.2	Begriffe.....	64
13.3	Literaturverzeichnis	68
13.4	Abbildungsverzeichnis	70
13.5	Tabellenverzeichnis.....	71

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

1. Zusammenfassung

Im vorliegenden Abfall- und Reststoffkonzept werden im Sinne des § 3 Abs. 1 Nr. 8 AtVfV /1/ die technischen und organisatorischen Vorkehrungen zur Entsorgung dargestellt. Hierzu gehören u. a. die

- Sammlung,
- Erfassung,
- Behandlung,
- Konditionierung und
- Puffer- und Zwischenlagerung

der radioaktiven Reststoffe und Abfälle. Des Weiteren sind Vorkehrungen zur Vermeidung und Verminderung des Anfalls radioaktiver Abfälle beschrieben.

Ebenso werden im vorliegenden Dokument dargestellt:

- die Beschreibung und Klassifizierung der anfallenden radioaktiven Abfälle, ihrer Konditionierung, Lagerung und Beseitigung,
- die Beschreibung der Vorgehensweise zur Freigabe radioaktiver Reststoffe, zur Wiederverwendung und Verwertung sowie die Beschreibung der Vorgehensweise zur Herausgabe sowie
- die Beschreibung der Vorgehensweise zur Freigabe von Gebäuden und Bodenflächen.

2. Einführung

Am 1. Dezember 2017 hat die PreussenElektra GmbH als Betreiberin des Kernkraftwerks Brokdorf (KBR) den Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG /2/ auf Stilllegung und Abbau des KBR gestellt /3/.

2.1 Zielsetzung

Die vorliegende Unterlage ist eine ergänzende Unterlage zum Genehmigungsantrag /3/, in der die Vorgehensweisen zur schadlosen Verwertung von radioaktiven Reststoffen und zur geordneten Beseitigung von radioaktiven Abfällen während des Restbetriebs des KBR beschrieben wird. In Abbildung 1 sind die wesentlichen Entsorgungswege schematisch und vereinfacht dargestellt. Diese werden analog für zu entsorgende radioaktive Stoffe aus betrieblichen Prozessen (z. B. Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten) angewendet.

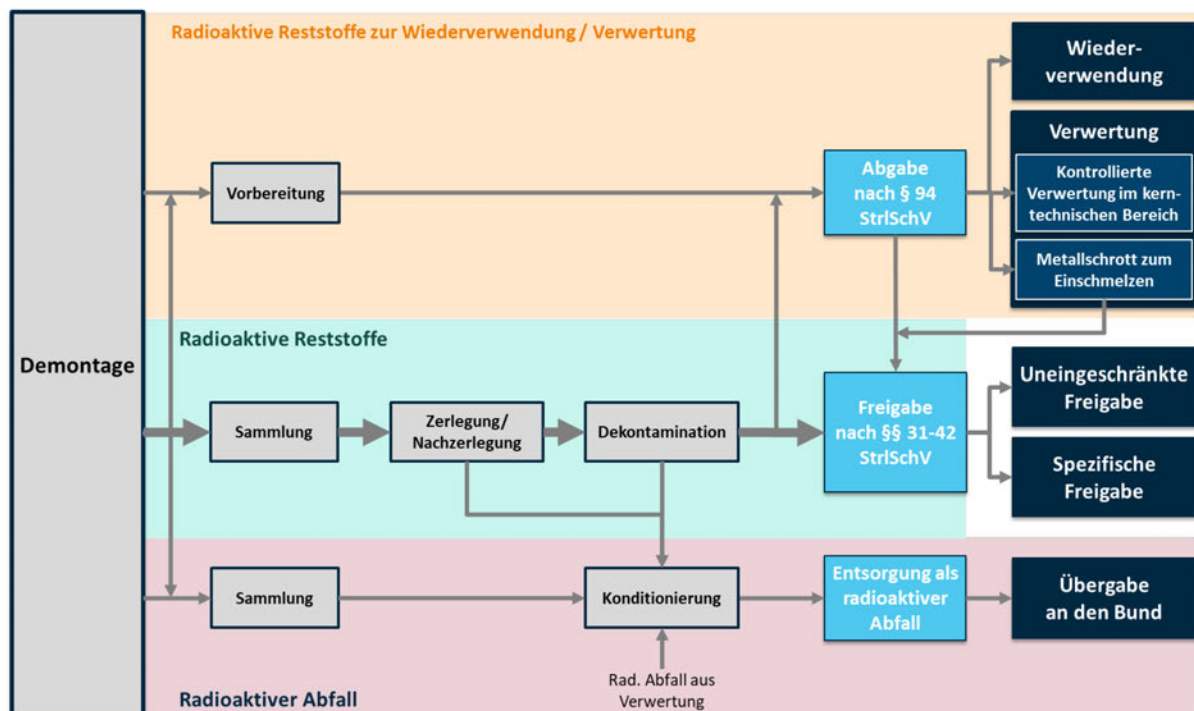



Abbildung 1: Vereinfachter Überblick der Entsorgungswege und -ziele für radioaktive Reststoffe und radioaktive Abfälle

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Weiterhin werden in dieser Unterlage die Vorgehensweisen zur Entlassung von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen sowie von Bodenflächen aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung beschrieben ebenso wie zur Entlassung von nicht radioaktiven Stoffen (inklusive Gebäude und Bodenflächen).


2.2 Geltungsbereich

Diese ergänzende Unterlage E-04 „Abfall- und Reststoffkonzept“ gilt für die Entlassung von radioaktiven und nicht-radioaktiven Stoffen sowie beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen (Gegenständen) aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung sowie für die geordnete Beseitigung von radioaktiven Abfällen während des Restbetriebs des KBR.

Der räumliche Geltungsbereich erstreckt sich somit auf das Kraftwerksgelände des Kernkraftwerks Brokdorf. Ausnahmen stellen die Einrichtungen der Kühlwasserversorgung dar, die ebenso einem Verfahren zur Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung unterzogen werden.

Das Herausbringen von beweglichen Gegenständen (insbesondere Werkzeuge, Messgeräte, sonstige Apparate oder Kleidung) aus dem Kontrollbereich zur Wiederverwendung oder Reparatur nach § 58 StrlSchV /5/ liegt nicht im Geltungsbereich dieser Unterlage. Das Herausbringen ist in der Strahlenschutzordnung (Betriebshandbuch Teil 1, Kapitel 4, /6/) geregelt.

Es gelten die in Kapitel 13.2 aufgeführten Begriffsbestimmungen.


 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

3. Reststoff-/Abfallaufkommen und Verbleib

3.1 Stoffliche Eigenschaften der Reststoffe und Abfälle

Die im Kontrollbereich anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle sind grundsätzlich fester oder flüssiger Natur mit unterschiedlichen stofflichen Eigenschaften. Darunter sind im Wesentlichen:

- Metalle, z. B.
 - Metalle, austenitisch
 - Metalle, ferritisch
 - Metalle, verzinkt
 - Nicht-Eisenmetalle wie z. B. Aluminium, Blei, Kupfer
- Mineralische Materialien, z. B.
 - Beton
 - Bauschutt
 - Isoliermaterial
- Kabel, Verbundmaterialien
- Feste Materialien, organisch, z. B.
 - Kunststoffe
 - Aktivkohle
- Flüssige Materialien, anorganisch, z. B.
 - Verdampferkonzentrat
 - Schlämme
 - Dekontaminationslösung
- Flüssige Materialien, organisch, z. B.
 - Ionenaustauscherharze
 - Öle
 - Lösungsmittel
- Mischabfälle.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Radioaktive Sonderabfälle, wie beispielsweise bei Vorhandensein von Gefahrstoffen (PCB, Asbest, etc.), wird in Kapitel 8.3 behandelt.


3.2 Radiologische Beschreibung der Reststoffe und Abfälle

Eine erste Bewertung des radiologischen Zustands der Anlage, die radiologische Basischarakterisierung, ist in der ergänzenden Unterlage E-10 „Technischer und radiologischer Ausgangszustand der Anlage“ /8/ beschrieben. Sie wurde bei der Abschätzung der Entsorgungsziele für die anfallenden radioaktiven Reststoffe herangezogen.

Weitere radiologische Daten werden bei Bedarf ermittelt, u. a. zum Nachweis der Einhaltung

- des radiologischen Arbeitsschutzes,
- der radiologischen Vorgaben für die Pufferlagerung,
- von Annahmebedingungen von Zwischenlagern,
- der Grenzwerte bei der Transportdeklaration,
- der fachgerechten Verpackung und
- der Freigabewerte bei der Freigabe von radioaktiven Reststoffen.

Details zur radiologischen Charakterisierung und Aktivitätsbestimmung sind in der ergänzenden Unterlage zum Genehmigungsantrag E-06 „Radiologische Charakterisierung“ /9/ beschrieben.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

3.3 Abschätzung von Massen und Zuordnung von Entsorgungszielen

3.3.1 Planungsmethodik


Die Massen der verschiedenen Stoffe, die beim Abbau des KBR anfallen werden, wurden unter Berücksichtigung anlagenspezifischer Gegebenheiten und Erfahrungen anderer Abbauprojekte der PreussenElektra GmbH (PEL) abgeschätzt.

Ausgangspunkt für die Abschätzung der Massen und Massenströme war die technische Anlagencharakterisierung. Dort erfolgte die Erfassung der Massen anhand vorhandener Dokumentationen (Auswertung von Konstruktionszeichnungen), Plausibilitätsbetrachtungen, Schätzungen und wenn möglich und nötig einer Datenerfassung in der Anlage (Begehungen und Vorortaufnahmen). Dabei wurde im Kontrollbereich zwischen leicht und stark kontaminierten und aktivierten Anlagenteilen unterschieden.

Darauf aufbauend erfolgte im ersten Planungsschritt die Grobplanung für alle Gewerke im Kontrollbereich. Die PEL-Methodik unterscheidet bei den Gewerken zwischen den separat zu beplanenden Großgewerken (z. B. RDB-Einbauten) und programmbestimmenden Gewerken (z. B. Druckhalter) sowie den so genannten Massengewerken. Die Gebäudedekontamination und -freigabe ist ebenfalls ein separat geplantes Gewerk. Sowohl bei den separat zu beplanenden Gewerken als auch den Massengewerken gehört die Planung von Behandlungswegen und Entsorgungszielen mit den jeweils dazu gehörden Massenströmen zum Planungsinhalt.

Dabei werden separat zu beplanende Gewerke einzeln mit realistischen Annahmen grob geplant und spezifische Entsorgungsannahmen getroffen. Für die Massengewerke werden erfahrungsbasierte komplexe Prozessannahmen hinsichtlich der erforderlichen Behandlungsschritte und voraussichtlichen Entsorgungsziele für unterschiedliche Bauteilgruppen (z. B. Motoren oder Armaturen) verwendet, d.h. die Massen durchlaufen anteilig Behandlungsschritte und werden prozentual den Entsorgungszielen zugeordnet. In beiden Fällen sind Erfahrungen aus den bereits abgeschlossenen sowie den laufenden PEL-Abbauprojekten berücksichtigt.

Weiterhin werden in den KBR-Planungen die Kenntnis, dass es keine Störfälle gab, sowie der im Vergleich zu anderen Anlagen gute radiologische Allgemeinzustand implizit berücksichtigt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Im vorliegenden Abfall- und Reststoffkonzept werden die Ergebnisse dieser ersten Grobplanung dargestellt (siehe Kapitel 3.3.2). Dieses Massengerüst dient der strategischen Stilllegungsplanung, um Kapazitäten für Lagerflächen, Logistikpfade, Behandlungseinrichtungen im Rahmen der Reststoffbehandlung sowie die Behälter für die fachgerechte Verpackung im Vorfeld abzuschätzen.

Mit zeitlichem Vorlauf zur Demontage werden die Gewerke detaillierter geplant, d. h. die Grobplanungen werden über eine Detailplanung bis zur Ausführungsplanung fortgeschrieben. Im Rahmen dieser Planungen werden Massenangaben geprüft, angestrebte Entsorgungsziele festgelegt und die Durchführung geplant. Hierbei kann es auch zu Verschiebungen in den Massenangaben der Massenströme kommen.

3.3.2 Massenströme


Nach derzeitigem Stand ergibt sich für die Maßnahmen im Rahmen des Abbaus der Gebäude und Einrichtungen des Kontrollbereichs des KBR eine Masse von ca. 270.000 Mg. Bei einem Großteil dieser Massen (ca. 250.500 Mg) handelt es sich um nicht radioaktive Gebäudestrukturen, die durch Freigabe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen und, soweit keine Wieder-/Weiterverwendung erfolgt, im Rahmen der Regelungen des konventionellen Baurechts abgebrochen werden. Dieser konventionelle Abriss ist nicht Bestandteil des beantragten Genehmigungsverfahrens nach § 7 Abs. 3 AtG /2/.

Die im Kontrollbereich abzubauenen und zu entsorgenden Massen (ca. 19.500 Mg) ergeben sich aus den zu Beginn des Abbaus vorhandenen Massen (Primärmassen) und den während des Abbaus anfallenden zusätzlichen Massen (Sekundär- und Zusatzmassen). Tabelle 1 zeigt eine Auflistung wesentlicher Massen und Stoffströme und ihre voraussichtliche Zuordnung zu Entsorgungszielen.

E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept

Tabelle 1: Im Kontrollbereich anfallende Massen des KBR mit voraussichtlichem Entsorgungsziel


KONTROLLBEREICH	Masse in Mg	Voraussichtliches Entsorgungsziel			
		uneingeschränkte Freigabe	spezifische Freigabe zur Verbrennung/ Deponierung	Einschmelzen mit anschließender Freigabe	radioaktiver Abfall
Primärmassen	16.900				
Hauptkomponenten					
RDB mit Deckel	501	0	0	114	387
RDB-Einbauten	150	0	0	0	150
Dampferzeuger	1.460	1.144	0	115	583
Hauptkühlmittelpumpen	240				
Druckhalter	142				
Metallische Komponenten	9.077	6.771	0	1.371	935
Mineralische Komponenten					
Bioschild	390	1.570	1.405	0	1.540
Riegel und Setzsteine	1.400				
Sonstige mineralische Strukturen (z. B. Bauschutt)	2.725				
Isolierungen	240	0	195	0	45
Kabel	440	210	100	0	130
Sonstiges (u. a. Blei)	135	30	100	0	5
Zusatzmassen	1.900	1.675	0	100	125
Sekundärmassen	700	0	100	0	600
Summe (Massen KB)	19.500	11.400	1.900	1.700	4.500

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Von den beim Abbau im Kontrollbereich anfallenden radioaktiven Reststoffen können somit voraussichtlich ca.

- 11.400 Mg gemäß § 35 StrlSchV /5/ uneingeschränkt freigegeben werden. Hierbei handelt es sich um alle Materialarten (z. B. Eisenmetalle, Buntmetalle, Bauteile, Bauschutt, Kabel). Schadstoffbelastete uneingeschränkt freigegebene Materialien müssen ggf. auf Deponien entsorgt werden;
- 1.900 Mg gemäß § 36 StrlSchV /5/ zur Beseitigung (Deponie bzw. Verbrennung) freigegeben werden. Bei dem Material, das nach jetzigem Planungsstand für die spezifische Freigabe zur Deponierung und Verbrennung vorgesehen werden muss, handelt es sich im Wesentlichen um Isolierungen, Bauschutt, Aktivkohle und flüssige Stoffe;
- 1.700 Mg an metallischen Reststoffen zum Einschmelzen mit anschließender uneingeschränkter Freigabe nach § 35 StrlSchV /5/ oder für die spezifischer Freigabe zum Recycling nach § 36 StrlSchV /5/ zugeführt werden (Verwertung).
Bei der weiteren Detaillierung von Planungen kann für einige Gewerke an Stelle der Dekontamination mit anschließender uneingeschränkter Freigabe im KBR die Bearbeitung in einem Schmelzbetrieb mit anschließendem Einschmelzen von Material notwendig werden, so dass die Masse zum Einschmelzen steigt und die oben angegebene Masse für die uneingeschränkte Freigabe (ohne vorheriges Einschmelzen) entsprechend geringer wird;
- 4.500 Mg werden voraussichtlich der Entsorgung als radioaktiver Abfall zugeführt (u. a. Metalle, Bauschutt, Isolierungen).

Die angegebenen Massen entsprechen der ersten vollständigen Planung für alle Gewerke. Eine kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich kann aus der weiteren Detaillierung der Planungen resultieren.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


Von den abzubauenen radioaktiven Reststoffen aus dem Kontrollbereich können daher voraussichtlich insgesamt ca. 15.000 Mg sofort oder nach Abklinglagerung nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ freigegeben werden und ca. 4.500 Mg sind als radioaktiver Abfall geordnet zu beseitigen.

Die radioaktiven Abfälle werden konditioniert und verpackt. Diese konditionierten Abfälle werden

- in der geplanten TBH-KBR entsprechend den Annahmebedingungen aufbewahrt oder
- für den Abtransport in ein externes Zwischenlager (z. B. ALG, TBL-Ahaus) oder ein zentrales Bereitstellungslager gemäß § 3 Abs. 3 S. 3 EntsÜG /7/ oder ein Endlager des Bundes bereit gestellt.

Mit Feststellung/Bestätigung der fachgerechten Verpackung durch die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) geht gemäß § 2 Abs. 2 EntsÜG /7/ die Entsorgungsverantwortung für Abfallgebände an den Bund über. Die uneingeschränkte atomrechtliche Verantwortung verbleibt bei dem Zwischenlagerbetreiber bis zum Abtransport der Gebinde.

Darüber hinaus resultieren aus den Maßnahmen im Rahmen des Abbaus der Gebäude und Einrichtungen außerhalb des Kontrollbereichs des KBR ca. 385.000 Mg an Material. Dabei handelt es sich um Gebäudestrukturen (wie z. B. Schaltanlagegebäude), mit einer Masse von ca. 326.500 Mg, die grundsätzlich durch die Herausgabe aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen werden. Des Weiteren beherbergen diese Gebäude ca. 58.500 Mg an Systemen, Komponenten und Anlagenteilen, d. h. die weder kontaminiert noch aktiviert sind, und daher ebenso grundsätzlich durch Herausgabe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung entlassen werden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

4. Grundzüge der Entsorgung

Gemäß § 9a AtG /2/ ist es erforderlich, anfallende radioaktive Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute Anlagenteile schadlos zu verwerten oder als radioaktiven Abfall geordnet zu beseitigen. Alle im Kontrollbereich des KBR anfallenden Stoffe gelten als radioaktive Reststoffe, bis entschieden ist, dass sie dem radioaktiven Abfall zuzuordnen sind.

Im Folgenden werden die Grundzüge der Entsorgung im KBR zusammenfassend dargestellt.

4.1 Gesamtkonzeption


Das Vorgehen der PEL zur Entsorgung der anfallenden radioaktiven Reststoffe und Abfälle folgt den Grundsätzen der nuklearen Entsorgung nach § 2d AtG /2/:

der Anfall radioaktiver Abfälle wird durch geeignete Auslegung sowie Betriebs- und Stilllegungsverfahren, einschließlich der Weiter- und Wiederverwendung von Material, auf das Maß beschränkt, das hinsichtlich Aktivität und Volumen der radioaktiven Abfälle vernünftigerweise realisierbar ist.

Dementsprechend und mit Blick auf die begrenzten Zwischen- und Endlagerkapazitäten wird der Vermeidung und Minimierung von radioaktiven Abfällen unter Berücksichtigung von strahlenschutztechnischen Gesichtspunkten sowie insbesondere des § 2 Abs. 5 Nr. 2 EntsÜG /7/ besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Die Gesamtkonzeption der Entsorgung ist an folgenden fünf wesentlichen Grundsätzen in der dargestellten Reihenfolge ausgerichtet:

1. Vermeidung des Anfalls zusätzlicher radioaktiver Reststoffe.
2. Bevorzugte Zuführung radioaktiver Reststoffe in die Wiederverwendung oder der kontrollierten Verwertung im kerntechnischen Bereich.
3. Radioaktive Reststoffe soweit wie möglich der Freigabe zuführen.
4. Volumenreduzierung des radioaktiven Abfalls.
5. Entsorgung als radioaktiver Abfall.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Es werden keine radioaktiven Abfälle durch Verdünnung oder Aufteilung in Freigrenzenmengen beseitigt oder deren Beseitigung auf diese Weise ermöglicht.

Das Zusammenspiel und die Anwendung dieser Grundsätze im KBR ist in den folgenden Kapiteln näher beschrieben.

4.2 Minimierung des Anfalls radioaktiver Reststoffe

Wie bereits während des Leistungsbetriebs praktiziert, wird durch administrative Verfahren das Einbringen von Geräten, wie z. B. für den Abbau notwendiges Equipment, und Materialien in den Kontrollbereich, überwacht und eingeschränkt. Damit wird sichergestellt, dass die Menge an radioaktiven Reststoffen minimiert wird.

4.3 Abfallminimierung


Zur Minimierung des Anfalls radioaktiver Abfälle werden zusätzlich zur Minimierung des Anfalls radioaktiver Reststoffe daher

- die Sortierung, Behandlung und Konditionierung anfallender radioaktiver Reststoffe im Hinblick auf die angestrebten Entsorgungsziele optimiert und
- die Prioritätenfolge bei der Bewertung und Zuordnung zu den Entsorgungszielen
 - Wiederverwendung und kontrollierten Verwertung im kerntechnischen Bereich,
 - Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ oder
 - radioaktiver Abfall

berücksichtigt.

Erreicht wird dies beispielsweise durch:

- Prüfung, ob Geräte und Komponenten, die in ihrer Ursprungsverwendung nicht mehr eingesetzt werden können, vor einer Zuführung zur Entsorgung, an anderer Stelle im KKW oder im kerntechnischen Bereich im In- und Ausland wiederverwendet werden können,

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

- Prüfung, ob metallische Stoffe der kontrollierten Verwertung im kerntechnischen Bereich zugeführt werden können, wie z. B. bei der Herstellung von Behältern für radioaktive Abfälle,
- Prüfung der Anwendbarkeit der Freigabe und Freigabeoptionen unter Bewertung erforderlicher Behandlungsschritte zur Erreichung der Freigabe,
- Prüfung, ob nach Ablauf einer bestimmten Abklingzeit eine Freigabe erreicht werden kann,
- frühzeitiges Einbinden der für die Entsorgung zuständigen Organisationseinheit in die Planungen,
- Trennung der radioaktiven Reststoffe nach ihrem angestrebten Entsorgungsziel bereits bei der Planung von Arbeiten,
- organisatorische und administrative Maßnahmen, wie z. B. Schulung des Eigen- und Fremdpersonals zur Reststoffvermeidung und Abfallminimierung.

Für die Einhaltung von Maßnahmen zur Vermeidung und Minimierung von radioaktiven Reststoffen und Abfällen sind alle Mitarbeiter zuständig. Dies gilt sowohl für die Planung und Durchführung von Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten als auch bei Abbauarbeiten, bei denen radioaktive Reststoffe anfallen.

4.4 Wahl des Entsorgungsziels

Die oben genannten Grundsätze der Abfallminimierung bilden die Grundlage für die Wahl des Entsorgungsziels. In Abbildung 2 „Verfahrensablauf Entsorgungsziel“ ist dieser Entscheidungsweg zur Festlegung des Entsorgungsziels schematisch dargestellt.

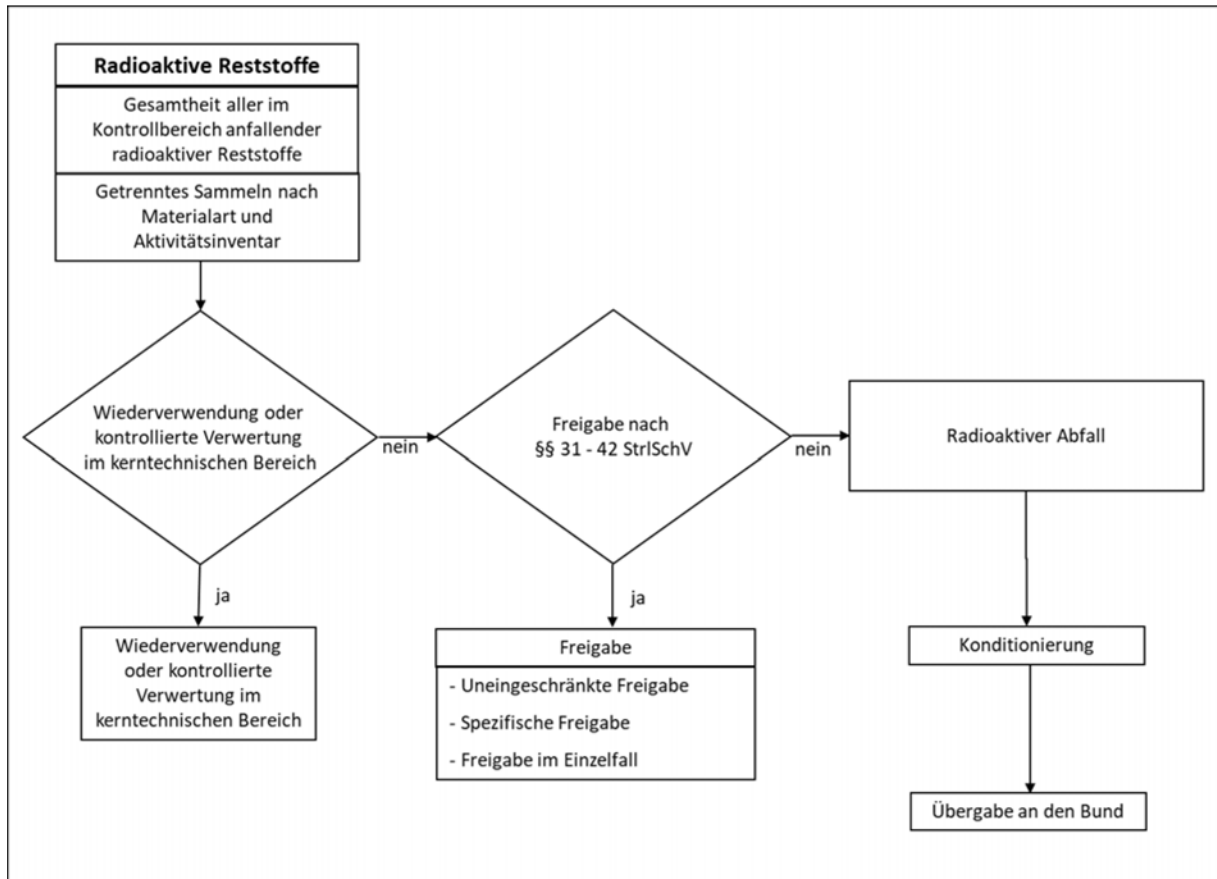



Abbildung 2: Verfahrensablauf Entsorgungsziel

Auf Basis der Daten der radiologischen Charakterisierung (siehe Kapitel 3.2 und E-06 „Radiologische Charakterisierung“ /9/) sowie unter Berücksichtigung der umfangreichen Erfahrungen aus Abbauprojekten, wie z. B. KWW, KKS, KKU und KKG, erfolgt eine erste Bewertung und Festlegung eines angestrebten Entsorgungsziels bereits bei der Planung. Bei dieser Bewertung wird in einem ersten Schritt geprüft, ob eine Wiederverwendung oder kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich möglich ist.

Kann die Wiederverwendung oder kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich nicht realisiert werden, so hat die Freigabe der Reststoffe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ Vorrang vor der Entsorgung als radioaktiver Abfall, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich und vernünftigerweise realisierbar ist.

Vorher ist jedoch zu prüfen, ob Dekontaminationsmaßnahmen oder andere geeignete Maßnahmen (z. B. Abklinglagerung) zur Vermeidung von radioaktivem Abfall führen.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

4.5 Erfassung und Nachverfolgung von radioaktiven Reststoffen und radioaktiven Abfällen

Alle anfallenden radioaktiven Reststoffe und radioaktiven Abfälle werden erfasst. Die Erfassung und Dokumentation erfolgt entsprechend den Anforderungen der StrlSchV /5/, der AtEV /10/ und der „Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle“ /11/.

Gemäß § 85 Abs. 1 Nr. 2 StrlSchV /5/ wird über die Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und der sonstige Verbleib radioaktiver Stoffe Buch geführt und nach § 85 Abs. 1 Nr. 1 StrlSchV /5/ wird dieses der Aufsichtsbehörde unter Angabe von Art und Aktivität mitgeteilt.

Die lückenlose und nachvollziehbare Dokumentation wird u. a. durch folgende Maßnahmen sichergestellt:

- eindeutige und unverwechselbare Kennzeichnung der Gebinde mit radioaktiven Reststoffen und der Abfallgebinde über die gesamte Lebensdauer und
- Unterstützung der Nachverfolgbarkeit und Datenhaltung durch den Einsatz elektronischer Buchführungssysteme zur Verfolgung der Reststoffe und Abfälle und der Zuordnung ihrer relevanten Daten.


Als elektronische Buchführungssysteme kommen dabei u. a.

- ein Reststoffverfolgungssystem sowie
- das Abfallfluss-Verfolgungs- und Produktkontrollsystem AVK.

zum Einsatz.

Die eindeutige und unverwechselbare Kennzeichnung von Material, das einer Freigabe zugeführt werden soll, erfolgt dann, wenn es nach der Demontage zur Abholung bereitgestellt ist und von der Logistik übernommen wird. Das Reststoffgebilde wird so gekennzeichnet, dass die Herkunft des Materials, Angaben zum Material, der Nuklidvektor, die Dosisleistung, das angestrebte Entsorgungsziel und weitere relevante Daten für den praktischen Strahlenschutz bzw. für die Weiterbehandlung ersichtlich sind.

Mit der ersten Kennzeichnung des Reststoffgebildes wird das Reststoffgebilde auch im Reststoffverfolgungssystem angelegt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Das Reststoffverfolgungssystem dient der Betriebsdatenerfassung für betriebsinterne Analyse- und Steuerungszwecke. Es hält mit der Betriebsdatenerfassung auch den aktuellen Standort und den innerbetrieblichen Weg der Reststoffgebände von der Entstehung des Gebäudes bis hin zu den vorgesehenen Endpunkten der Betriebsdatenerfassung nach. Diese Endpunkte des Reststoffverfolgungssystems sind

- wenn eine AVK-ID zugeordnet wurde u.a.
 - bei einem Abtransport von Reststoffen an externe Dienstleister,
 - bei einer Deklaration der radioaktiven Reststoffe als radioaktiver Abfall oder
- wenn die Reststoffe uneingeschränkt oder spezifisch freigegeben sind.


Eine Schnittstelle des Reststoffverfolgungssystems zum AVK zur automatisierten Datenübernahme liegt nicht vor. Ebenso ist eine Schnittstelle zur automatisierten Datenübernahme aus dem RVS zu einer Freimessanlage nicht vorgesehen. Eine Eingabe von Messdaten z. B. aus der Orientierungsmessung ist jedoch zu betriebsinternen Dokumentationszwecken möglich.

Im Freigabeverfahren zu belastende Daten können im Reststoffverfolgungssystem informell mit erfasst und geführt werden.

Jedes Gebäude wird die Entscheidungsmessung nur dann erreichen, wenn die vorgesehenen Qualitätskriterien auf dem Weg zur Freimessanlage eingehalten werden. Sofern einzelne Qualitätsschritte im Prozess auf Grund wachsender Erfahrung im Rückbau oder erweiterter technischer Möglichkeiten ersetzt werden, wird das Prinzip mehrerer aufeinander folgender Qualitätsentscheidungen trotzdem beibehalten.

Die Erfassung der radioaktiven Abfälle erfolgt, wenn

- diese als radioaktiver Abfall deklariert wurden, z. B. nach Zuordnung von radioaktiven Reststoffen zum radioaktiven Abfall,
- sie als geschlossene Einheit vorliegen und die Masse bzw. das Volumen ermittelt wurde,
- sie keinen betrieblichen Veränderungen mehr unterworfen werden und
- sie an einen ausgewiesenen Lagerort verbracht wurden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Durch den Einsatz des AVK wird gewährleistet, dass

- jederzeit der Behandlungszustand und aktuelle Verbleib der Rohabfälle sowie der vorbehandelten und konditionierten radioaktiven Abfälle bis zur Übernahme der Abfallgebinde in den Verantwortungsbereich des Bundes und
- jederzeit der Behandlungszustand und aktuelle Verbleib von radioaktiven Reststoffen bei externen Dienstleistern

festgestellt werden kann.

Die Erfassung und Nachverfolgung endet mit Übernahme eines Abfallgebundes in den Verantwortungsbereich des Bundes, mit dem Eigentumsübertrag von radioaktiven Stoffen oder mit Abschluss des Freigabeverfahrens.


Weitergehende Dokumentations-, Mitteilungs-, Buchführungs- und Aufbewahrungspflichten bleiben unberührt (siehe Kapitel 10).

5. Wiederverwendung und kontrollierte Verwertung im kerntechnischen Bereich

Bewegliche Gegenstände, Werkzeuge und sonstige ausgebaute Anlagenteile wie Armaturen, Pumpen, Motoren etc. können ggf. im kerntechnischen Bereich im In- und Ausland wiederverwendet werden.

Bei der kontrollierten Verwertung werden Metallschrotte an einen anderen Genehmigungsinhaber im In- oder Ausland abgegeben, der die Schrotte in geeigneten Anlagen zu Produkten für die Verwendung im kerntechnischen Bereich verarbeitet (z. B. Herstellung von Behältern für radioaktive Abfälle). Dabei sind die Annahmebedingungen der jeweiligen Verwertungsanlage einzuhalten.

Zur Vorbereitung der Abgabe dieser Stoffe nach § 94 StrlSchV /5/ kann zur Einhaltung des Gefahrgutrechts, zur Einhaltung der Annahmebedingungen der externen Einrichtung oder

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Verwertungsanlage und/oder aus Strahlenschutzgründen eine interne Dekontamination der abzugebenden Materialien erforderlich sein.

Die Abgabe zur Wiederverwendung oder kontrollierten Verwertung im kerntechnischen Bereich ist mit einem Eigentumsübertrag verbunden.

6. Reststoffbehandlung und Freigabe

Ein Großteil an radioaktiven Reststoffen, die während Stilllegung und Abbau im Kontrollbereich anfallen, können der Freigabe zugeführt werden. Es handelt sich bei diesen radioaktiven Reststoffen im Wesentlichen um Metalle, Betonriegel, Bauschutt, Kabel und Isolierungen.


Für radioaktive Reststoffe, für die das Entsorgungsziel Freigabe angestrebt wird, sind folgende Schritte vorgesehen:

- Voruntersuchung,
- Sammlung und Sortierung,
- Reststoffbehandlung,
- Ggf. Orientierungsmessung,
- Entscheidungsmessung und
- Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung.

In den Kapiteln 6.2 bis 6.6 sind die einzelnen Schritte weitergehend beschrieben.

6.1 Allgemeines

Die Grundlagen zur Freigabe liefern die §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ mit den Anlagen 4 und 8. Danach wird eine Begrenzung der effektiven Dosis durch freizugebende Stoffe und Gegenstände im Bereich von 10 μ Sv pro Jahr für Einzelpersonen der Bevölkerung vorgegeben (*de minimis Konzept*).

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Die zuständige Behörde kann davon ausgehen, dass dieses Dosiskriterium für die Freigabe nach § 31 Abs. 2 StrlSchV /5/ eingehalten wird, und erteilt somit die Freigabe der radioaktiven Stoffe, wenn

1. die Freigabewerte nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalten 3, 6 - 14 StrlSchV /5/ für verschiedene Freigabearten eingehalten werden und
2. die entsprechenden Festlegungen nach Anlage 8 eingehalten werden,

sowie bei der uneingeschränkten Freigabe, bei der spezifischen Freigabe von festen Stoffen zur Beseitigung auf Deponien und in einer Verbrennungsanlage sowie bei der spezifischen Freigabe von Metallschrott zum Recycling

3. in den Fällen, in denen eine feste Oberfläche vorhanden ist, an der eine Messung der Kontamination möglich ist, die Werte der Oberflächenkontamination nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 5 StrlSchV /5/ eingehalten werden.


Bei einer spezifischen Freigabe zur Beseitigung und bei einer spezifischen Freigabe von Metallschrott zum Recycling dürfen der zuständigen Behörde nach § 36 Abs. 2 StrlSchV /5/ darüber hinaus keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, dass das Dosiskriterium für die Freigabe am Standort der Entsorgungsanlage nicht eingehalten wird.

Auch ein Nachweis des Dosiskriteriums für die Freigabe im Einzelfallverfahren nach § 37 StrlSchV /5/ ist möglich.

6.1.1 Freigabearten

Als Entsorgungsziele für radioaktive Reststoffe sind die folgenden beiden Arten der Freigabe gemäß StrlSchV /5/ vorgesehen:

1. Die uneingeschränkte Freigabe gemäß § 35 StrlSchV /5/ von:
 - festen Stoffen,
 - Bauschutt einschließlich anhaftenden Bodens ≤ 1.000 Mg/a und
 - Ölen und ölhaltigen Flüssigkeiten, organischen Lösungs- und Kühlmitteln.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

2. Die spezifische Freigabe gemäß § 36 StrlSchV /5/ von:

- Bauschutt von mehr als 1.000 Mg/a,
- Bodenflächen,
- festen Stoffen bis zu 100 Mg/a zur Beseitigung auf Deponien,
- Stoffen bis zu 100 Mg/a zur Beseitigung in Verbrennungsanlagen,
- festen Stoffen bis zu 1.000 Mg/a zur Beseitigung auf Deponien,
- Stoffen bis zu 1.000 Mg/a zur Beseitigung in Verbrennungsanlagen,
- Gebäuden zur Wieder- und Weiterverwendung,
- Gebäuden zum Abriss und
- Metallschrott zum Recycling.


Darüber hinaus soll auch die Möglichkeit der Freigabe im Einzelfall gemäß § 37 StrlSchV /5/ genutzt werden können. Hierbei wird dann unter Berücksichtigung der Festlegungen der Anlage 8 Teil A Nr. 2 StrlSchV /5/ der Nachweis erbracht, dass das Dosiskriterium für die Freigabe eingehalten wird, d. h. für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10 μ Sv/a auftreten kann.

6.1.2 Freigabebescheid

Die Freigaben im KBR werden in Form von Freigabebescheiden erteilt.

Es wird das für die Freigabe von radioaktiven Reststoffen aus dem KBR bestehende Freigabeverfahren für den Restbetrieb und Abbau angepasst. Diese Anpassung wird parallel zum § 7 Abs. 3 AtG Genehmigungsverfahren im aufsichtlichen Verfahren erfolgen. Für die sich ändernden Anforderungen im Abbau (z. B. durch größere Massenströme) wird dieses Freigabeverfahren weiterentwickelt und in neuen Freigabebescheiden behördlich festgeschrieben. Entsprechende Freigabebescheide werden durch KBR beantragt.

Der erteilte Freigabebescheid aus dem Jahr 2014 wird für betriebliche Reststoffe weiter verwendet.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Nach der Freigabe gelten die Stoffe nicht mehr als radioaktiv im Sinne des AtG /2/ und unterliegen – unter Berücksichtigung ggf. vorliegender Festlegungen und Anforderungen aus der Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ und dem entsprechenden Freigabebescheid – der Entsorgung als konventionelle Abfälle (siehe auch E-07 „Entsorgung von konventionellen Abfällen“ /12/).

Alle Schritte des Freigabeverfahrens werden in zugestimmten Freigabeablaufplänen (FAP) festgeschrieben. Die Freimessung eines Gebäudes, Raumes, von Raumteilen oder von Bauteilen (z. B. Betonriegel) soll grundsätzlich an der stehenden Struktur erfolgen.


6.1.3 Freigabe bei anderen Genehmigungsinhabern

Eine Freigabe kann auch außerhalb des KBR bei einem externen Dienstleister in Schleswig-Holstein, einem anderen Bundesland oder im Ausland durchgeführt werden, wenn dort ein von der dort zuständigen Behörde genehmigtes Freigabeverfahren vorliegt. Vor der Nutzung eines externen Dienstleisters wird die Gleichwertigkeit der Freigabeverfahren dargestellt und die Zustimmung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde des KBR zur Feststellung der Gleichwertigkeit eingeholt.

Ist die Gleichwertigkeit der Verfahren nicht vollumfänglich, können Ersatzmaßnahmen getroffen werden, die die Gleichwertigkeit herstellen, sofern die atomrechtliche Aufsichtsbehörde diesen Ersatzmaßnahmen vorher zugestimmt hat. Soll ein Eigentumsübertrag erfolgen, ist die Bestätigung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde einzuholen. Mit diesen Maßnahmen wird insbesondere die Erfüllung des Dosiskriteriums für die Freigabe (10 µSv-Kriterium) auch im Ausland sichergestellt.

6.1.4 Vermischungsverbot

Die Anforderungen, von denen die Freigabe abhängt, und die Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheids dürfen nicht zielgerichtet durch Vermischen oder Verdünnen herbeigeführt, veranlasst oder ermöglicht werden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

In diesem Sinne erfolgt bereits eine getrennte Sammlung und Sortierung anfallender Reststoffe bei der Demontage (siehe Kapitel 6.3). Es sind getrennte Kreisläufe der Transportbehältnisse vorgesehen, um eine Querkontamination während der Demontage, Bearbeitung und Freigabe soweit wie möglich zu vermeiden. Weiterhin wird durch geeignete Maßnahmen, wie beispielsweise einer eindeutigen Kennzeichnung der Gebinde oder einer getrennten Lagerung von Reststoffen, sichergestellt, dass eine Vertauschung, eine Verwechslung oder auch eine Rekontamination der Reststoffe ausgeschlossen ist.

6.2 Voruntersuchung


Im Rahmen der Voruntersuchung werden die Ergebnisse der radiologischen Charakterisierung /9/ ausgewertet. Die Ergebnisse der Voruntersuchung sind Grundlage für die Festlegung des Entsorgungsziels, der nachfolgenden Behandlungsschritte und der Ermittlung des für die Entscheidungsmessung relevanten Radionuklidgemisches.

Auf Basis von Probenahmen im Rahmen der Vorunteruntersuchung erfolgt die Zuordnung eines Nuklidvektors sowie der Hochrechnungsfaktoren, wobei bereits vorhandene Nuklidvektoren zugeordnet werden können. Die Voruntersuchung bildet die Grundlage für die Auswahl eines geeigneten Messverfahrens für die Entscheidungsmessung.

Gemäß DIN 25457-4:2013-04 /13/ stehen folgende Freigabestrategien zur Verfügung:

- Anlagenweite Charakterisierung
- Systemweise Charakterisierung
- Charakterisierung anhand des Dekontabtrags
- Dekontamination durch Einschmelzen

Mit der Beantragung des jeweiligen Freigabebescheids werden die Freigabestrategie und die Ermittlung von Nuklidvektoren sowie die Bestimmung von Hochrechnungsfaktoren für nicht oder schwer messbare Nuklide in Fachkonzepten vorgelegt. Es kann dabei auf bereits eingereichte und/oder zugestimmte Unterlagen zurückgegriffen werden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

6.3 Sammlung und Sortierung anfallender Reststoffe

Demontierte oder zerlegte Anlagenteile werden in für die Reststoffe geeigneten Behältnissen gesammelt. Die Sammlung erfolgt getrennt nach Reststoffart und geplantem Entsorgungsziel. Gleichartige Reststoffe mit unterschiedlichen Nuklidvektoren werden ebenfalls getrennt gesammelt.

6.4 Reststoffbehandlung

Mit der Reststoffbehandlung werden die Reststoffe für die nachfolgenden Freigabemessungen und die anschließende Entsorgung vorbereitet.


6.4.1 Zerlegung/Nachzerlegung

Abbaubegleitend oder nachfolgend kann es erforderlich sein, Reststoffe weiter zu zerlegen, um

- innere und äußere Oberflächen, z. B. von Behältern oder Rohrleitungen, einer Dekontamination oder Messung zugänglich zu machen,
- Teile, die sich aus mehreren Materialarten zusammensetzen, in diese zu trennen oder
- höher kontaminierte oder aktivierte Bereiche abzutrennen, damit eine Freigabe des restlichen Teils möglich wird.

Als Zerlegeverfahren werden sowohl mechanische Verfahren wie z. B. Sägen, Schneiden, Fräsen oder hydraulisches Scheren als auch thermische Verfahren wie z. B. Brennschneiden eingesetzt.

Bauschutt kann mit einem mobilen Betonbrecher zerlegt werden, für Kabel können Kabelschälmaschinen und/oder Shredder zum Einsatz kommen.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

6.4.2 Dekontamination


Ziel von Dekontaminationsmaßnahmen an festen Reststoffen ist es, radioaktive Oberflächenkontaminationen mittels chemischer oder mechanischer Verfahren, z. B. durch Abwaschen oder Reinigung mit Chemikalien, soweit zu reduzieren, dass die Freigabewerte unterschritten werden, die für das jeweils festgelegte Entsorgungsziel gelten. Dekontamination von Flüssigkeiten erfolgt z. B. durch Filtern bzw. Verdampfen und Kondensieren.

Ist für den jeweiligen Reststoff eine externe Dekontamination oder Bearbeitung vorgesehen, so wird dieser intern soweit dekontaminiert, dass die Anforderungen der Annahmebedingungen der externen Bearbeitungsstätte sowie bei Transport auf öffentlichen Straßen des Gefahrgutrechts eingehalten werden. Dabei können auch höher kontaminierte Teile des Reststoffs, z. B. durch Aussortieren oder Abtrennen, entfernt werden.

Die Dekontaminationsmaßnahmen finden unter Beachtung der erforderlichen Arbeits- und Strahlenschutzmaßnahmen statt.

Bei der Entscheidung über die Durchführung von Dekontaminationsmaßnahmen und die anzuwendenden Dekontaminationsverfahren werden u. a. folgende Kriterien berücksichtigt:

- Materialart,
- Höhe und Art der Kontamination,
- Art der Fixierung der Kontamination (nicht festhaftend/festhaftend),
- Dekontaminationsziel, erwarteter Dekontaminationserfolg,
- Zugänglichkeit der Oberfläche,
- Strahlenexposition des Personals (Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Dosisreduzierung),
- zeitlicher/finanzieller Aufwand für die Durchführung,
- Messmöglichkeit zur Überprüfung des Dekontaminationserfolgs,
- Minimierung entstehender Sekundärabfallmengen,
- Reduktion des Volumens radioaktiver Stoffe für die Zwischenlagerung vor der endgültigen Beseitigung.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Als Dekontaminationsverfahren werden eingesetzt:

- Absaugen,
- Abwischen,
- mechanische Bearbeitung, z. B. Bürsten, Fräsen, Schleifen von Oberflächen,
- Ultraschall-Reinigung,
- Mediumstrahlverfahren,
- Hochdruck-Wasserstrahlen.

Die Anwendung weiterer geeigneter Dekontaminationsverfahren ist möglich.


6.4.3 Metallschrott zum Einschmelzen

Eine besondere Form der Dekontamination von metallischen Reststoffen stellt das Einschmelzen dar, das in der Regel bei externen Dienstleistern durchgeführt wird. Das Einschmelzen kann jedoch auch am Standort KBR mittels einer mobilen Anlage durchgeführt werden (z. B. Einschmelzen von Blei).

Beim Schmelzvorgang findet eine nuklidspezifische Partitionierung statt, d. h. die Radionuklide gehen aufgrund verschiedener physikalischer Vorgänge in die unterschiedlichen Fraktionen (Schmelze/Produktmetall, Schlacke, Stäube bzw. Abluft) über. Die in der Schmelze verbleibende Aktivität ist homogenisiert.

Die entstehenden Gießlinge werden sofort oder nach Abklinglagerung der Freigabe zugeführt. Die Freigabe kann auch durch den jeweiligen externen Dienstleister in Abstimmung mit den zuständigen Aufsichtsbehörden (siehe Kapitel 6.1.3) erfolgen.

Die entstehenden Prozessabfälle (Schlacken, Filterstäube, Filter) werden als radioaktiver Abfall entsorgt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

6.5 Freigabemessungen

6.5.1 Messverfahren

Im KBR stehen für die Messungen im Freigabeverfahren verschiedene Messverfahren zur Verfügung:

- Messung der Oberflächenkontamination (z. B. mit Beta-Oberflächenmessung)
- Messung der Gesamtaktivität (z. B. Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung mit Freimessanlage)
- Ermittlung der spezifischen Aktivität durch Probenahme (z. B. Gammaskpektrometrie)
- Ermittlung der spezifischen Aktivität durch Direktmessung (z. B. In-situ-Gammaskpektrometrie)

Die Messungen und die Probenauswertungen erfolgen ausschließlich mit im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren qualifizierten Messgeräten, die einer Inbetriebsetzungsprüfung unterzogen wurden und wiederkehrend geprüft werden. Im Freigabeverfahren werden nur Messgeräte eingesetzt, die den Anforderungen des § 90 StrlSchV /5/ sowie der DIN 25457 Teil 1 /15/ genügen.


Werden Proben durch externe Labore ausgewertet, erfolgt dieses bei einem akkreditierten Labor oder bei einem Labor, das durch eine atomrechtliche Aufsichtsbehörde akzeptierte, qualitätsgesicherte Messverfahren einsetzt.

Bei den Messverfahren im Freigabeverfahren werden Vorgaben der DIN 25457-Reihe beachtet.

6.5.2 Zuordnung des Nuklidvektors

Die Messungen zur Freigabe haben das Ziel, die vorhandene Aktivität hinsichtlich der Vorgaben der §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ nicht zu unterschätzen, insbesondere darf die Zuordnung eines Nuklidvektors zu einem Material mit spezifischer Herkunft im Zuge der Entscheidungsmessung nicht zu einer Unterschätzung der Ausschöpfung der Summenformel nach Anlage 8 StrlSchV /5/ führen.

Nach Probenauswertung im Rahmen der Voruntersuchung werden Nuklidvektoren zugeordnet, in welchen erforderliche Hochrechnungsfaktoren bereits berücksichtigt sind. Mit den Hochrechnungsfaktoren werden schwer messbare Nuklide an leicht messbaren Schlüsselnukliden korreliert.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Beim Einsatz nuklidspezifischer Messverfahren für die Entscheidungsmessung muss kein Nuklidvektor zugeordnet werden. Schwer messbare Nuklide werden über Hochrechnungsfaktoren berücksichtigt.

6.5.3 Orientierungsmessung

Im Rahmen der Orientierungsmessung können weitere Parameter für die optimale Durchführung der Entscheidungsmessungen bestimmt werden. So dient sie beispielsweise zum Nachweis einer hinreichend homogenen Verteilung der Aktivität auf der Oberfläche des Messguts. Weiterhin kann die Orientierungsmessung zur Feststellung einer erfolgreichen Dekontamination eingesetzt werden.


Mit der Orientierungsmessung kann auch sichergestellt werden, dass die Bedingungen zum Ausschleusen aus dem Kontrollbereich in den Überwachungsbereich eingehalten werden. In diesem Fall können die Reststoffe, die die Orientierungsmessung erfolgreich durchlaufen haben, auf Pufferlagerflächen im Überwachungsbereich gebracht werden. Die gelagerten Reststoffe werden zum Ausschluss von Verwechslung geeignet gekennzeichnet und vor dem Zugriff Unberechtigter, vor Rekontamination sowie vor Weiterverbreitung von Kontamination geschützt.

6.5.4 Entscheidungsmessung

Jede Freigabe bedarf einer Entscheidungsmessung, mit der der Nachweis der Freigabefähigkeit des Reststoffs erbracht wird. Die hierbei verwendeten Messverfahren richten sich nach Reststoffart und -menge und ggf. nach geometrischen und nuklidspezifischen Erfordernissen.

Für die Entscheidungsmessung werden einzelne oder kombiniert eingesetzte Verfahren zur Messung der relevanten radiologischen Größen verwendet und es erfolgt der Vergleich mit den zulässigen Freigabewerten.

Für die Entlassung der radioaktiven Reststoffe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung ist die Einhaltung der vorgegebenen massen- und ggf. der oberflächenspezifischen

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


Freigabewerte der Anlage 4 Tabelle 1 Spalten 3, 5 - 14 StrlSchV /5/ nachzuweisen, unter den in §§ 35 und 36 und in Anlage 8 StrlSchV /5/ festgelegten Randbedingungen.

Material, welches die Entscheidungsmessung erfolgreich durchlaufen hat, wird auf Pufferlagerflächen gelagert. Das freigemessene Material wird hierbei zum Ausschluss von Verwechslung geeignet gekennzeichnet und vor dem Zugriff Unberechtigter, vor Rekontamination sowie bei spezifisch zur Beseitigung freizugebendem Material vor Weiterverbreitung von Kontamination geschützt (siehe E-05 Logistikkonzept /14/).

6.6 Entlassung der Reststoffe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung

Für die Entlassung der Reststoffe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung werden zunächst Abgabechargen zusammengestellt, die sich durch gemeinsame Eigenschaften u. a. in Bezug auf das Entsorgungsziel auszeichnen. Für jede Abgabecharge wird dann die Freigabedokumentation erstellt.

Der Strahlenschutzbeauftragte prüft im Auftrag des Strahlenschutzverantwortlichen, der Inhaber der Freigabe ist, die Dokumentation gemäß § 42 Abs.2 StrlSchV /5/ und stellt die Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheids nach § 42 Abs.1 StrlSchV /5/ fest. Sofern der Freigabebescheid unter der aufschiebenden Bedingung dieses Nachweises erteilt wurde, ist die Dokumentation der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Prüfung zu übergeben. In diesem Fall muss die schriftliche Zustimmung durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde der Entlassung der Reststoffe aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung vorliegen, bevor der Abtransport zum Entsorger bzw. zum Entsorgungsziel erfolgen kann.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Bei einer Freigabe zur Beseitigung auf einer Deponie oder in einer Verbrennungsanlage oder zum Recycling von Metallschrott werden der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde gemäß § 40 Abs.2 StrISchV /5/

- eine Erklärung über den Verbleib des künftigen Abfalls,
- eine Kopie der Annahmeerklärung der Entsorgungs- bzw. Verwertungsanlage oder eine anderweitige Vereinbarung zwischen PEL und der Entsorgungs- bzw. Verwertungsanlage und
- der Nachweis der Zuleitung einer Kopie der Annahmeerklärung oder der Vereinbarung an die für die Verwertungs- oder Beseitigungsanlage nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz zuständigen Behörde

vorgelegt.

Erlangt der Strahlenschutzverantwortliche, der Inhaber der Freigabe ist, oder der von ihm beauftragte Strahlenschutzbeauftragte Kenntnis, dass Anforderungen, von denen die Erteilung der Freigabe abhängt, nicht mehr erfüllt sind, informiert er die zuständige Behörde unverzüglich.


7. Freigabe von Gebäuden und Bodenflächen

7.1 Freigabearten

Für die Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen, Bauteilen und von Bodenflächen sind die folgenden Optionen der spezifischen Freigabe gemäß § 36 StrISchV /5/ vorgesehen:

- Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen zur Wieder- und Weiterverwendung
- Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen zum Abriss
- Freigabe von Bodenflächen

Darüber hinaus ist eine Freigabe im Einzelfall gemäß § 37 der StrISchV /5/ möglich. Bei der Freigabe im Einzelfall gemäß § 37 der StrISchV /5/ wird der Nachweis, dass das Dosiskriterium für die Freigabe eingehalten ist, im Einzelfall geführt. Hierbei werden die Festlegungen nach Anlage 8 Teil A Nummer 2 der StrISchV /5/ berücksichtigt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

7.2 Freigabebescheid

Die Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen sowie von Bodenflächen werden in Form von Freigabebescheiden erteilt.

Alle Schritte der Freigabeverfahren für die Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen sowie der Freigabeverfahren für die Freigabe von Bodenflächen werden in zugestimmten Freigabeablaufplänen (FAP) festgeschrieben.

Die Freimessungen der Gebäude, Räume, Raumteile und Bauteile sollen grundsätzlich an der stehenden Struktur erfolgen.


7.3 Messverfahren

Zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte werden folgende Messverfahren eingesetzt:

- Messung der Oberflächenkontamination (z. B. mit Beta-Oberflächenmessung)
- Messung der Gesamtaktivität (z. B. Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung mit Freimessanlage)
- Ermittlung der spezifischen Aktivität durch Probenahme (z. B. Gammaskpektrometrie)
- Ermittlung der spezifischen Aktivität durch Direktmessung (z. B. In-situ-Gammaskpektrometrie)

Die Messungen und die Probenauswertungen erfolgen ausschließlich mit im atomrechtlichen Aufsichtsverfahren qualifizierten Messgeräten, die einer Inbetriebsetzungsprüfung unterzogen wurden und wiederkehrend geprüft werden. Im Freigabeverfahren werden nur Messgeräte eingesetzt, die den Anforderungen des § 90 der StrlSchV /5/ sowie der DIN 25457 Teil 1 /15/ genügen.

Werden Proben durch externe Labore ausgewertet, erfolgt dieses bei einem akkreditierten Labor oder bei einem Labor, das durch eine atomrechtliche Aufsichtsbehörde akzeptierte, qualitätsgesicherte Messverfahren einsetzt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

7.4 Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen

Die Gebäude, Gebäude- und Raumbereiche von Kontrollbereichen sind der Freigabe gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ zuzuführen.

Die Freigabe von Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen orientiert sich an den Vorgaben der DIN 25457-6 /16/. Das Verfahren wird untergliedert in die Schritte:

- Iststand-Aufnahme
- Vorbereitende Maßnahmen
- Voruntersuchung
- Dekontamination
- Entscheidungsmessung
- Verschluss und Freigabedokumentation
- Freigabe

Iststand-Aufnahme


Im Rahmen der Iststand-Aufnahme werden die vorliegenden Daten und Informationen der freizugebenden Gebäude zusammengefasst. Hierzu werden die Betriebshistorie und, sofern vorhanden, weitere Analysen, Probenahmen und Messungen ausgewertet.

Vorbereitende Maßnahmen

Als vorbereitende Maßnahmen werden die Räume der Gebäude geräumt und entkernt. Hierzu werden, soweit notwendig:

- die verbliebenen Infrastruktursysteme (z. B. Lüftung, Beleuchtung, Stromversorgung, Brandschutzeinrichtungen und Kommunikationseinrichtungen) sowie
- sonstige bis dahin verbliebene Anlagenteile (z. B. Halterungen, Gitterroste und Türen)

entfernt. Ebenso werden erste Vorgaben zur Dekontamination gemacht.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Voruntersuchung

Im Rahmen der Voruntersuchung werden die optimalen Voraussetzungen für die Durchführung der Entscheidungsmessungen zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte geschaffen. Die Ergebnisse der Voruntersuchung werden zur Bestimmung des Radionuklidgemisches, der Festlegung von Nuklidvektoren einschließlich der Festlegung der Schlüsselnuklide und Hochrechnungsfaktoren für Bewertungen im Hinblick auf auf Aktivierung, Kontamination und Eindringverhalten herangezogen.

Dekontamination

Der Umfang der Dekontaminationsmaßnahmen richtet sich nach den Erkenntnissen der vorlaufenden Maßnahmen. Ziel der Dekontaminationsmaßnahmen ist, die Einhaltung der Freigabewerte in der Entscheidungsmessung sicherzustellen.


Entscheidungsmessung

Mit den Entscheidungsmessungen wird sichergestellt, dass die Oberflächenkontamination die vorgegebenen Freigabewerte unter Berücksichtigung der festgelegten Mittelungsgrößen nicht überschreiten. Die Entscheidungsmessungen erfolgen gemäß den Vorgaben der Normenreihe DIN 25457 und können anhand eines geeigneten Stichprobenverfahrens durchgeführt werden.

Kann die Einhaltung der Freigabewerte durch die Entscheidungsmessungen nicht nachgewiesen werden, so wird eine Dekontamination durchgeführt und es erfolgen weitere Messungen. Die Entscheidungsmessungen im dekontaminierten Bereich werden wiederholt. Wird die Entscheidungsmessung anhand eines geeigneten Stichprobenverfahrens durchgeführt, kann anstelle einer Dekontamination eine Anpassung der Parameter des Stichprobenverfahrens geprüft und ggf. umgesetzt werden.

Verschluss und Freigabedokumentation

Bereiche, in denen der Nachweis der Freigabefähigkeit erbracht ist, werden gegen mögliche Rekontamination gesichert und der Zugang wird verschlossen. Anschließend wird die Freigabedokumentation entsprechend der Vorgaben der DIN 25457-6 /16/ und des Freigabebescheids erstellt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Freigabe

Anhand der Freigabedokumentation kann die Feststellung der Übereinstimmung mit dem Freigabebescheid durch den vom Strahlenschutzverantwortlichen, der Inhaber der Freigabe ist, beauftragten Strahlenschutzbeauftragten getroffen werden. Die erstellte Freigabedokumentation ist Grundlage der Feststellung der Übereinstimmung. Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde bestätigt schriftlich die Übereinstimmung, sofern der Freigabebescheid unter der aufschiebenden Bedingung dieses Nachweises erteilt wurde.


7.5 Freigabe von Bodenflächen

Die freizugebenden Bodenflächen werden gemäß §§ 31 – 42 der StrlSchV /5/ freigegeben. Das Verfahren orientiert sich an den Vorgaben der DIN 25457-7 /17/ und untergliedert sich in die Schritte:

- Bestimmung der Vorbelastung
- Iststand-Aufnahme
- Voruntersuchung
- Entscheidungsmessung
- Abgrenzung und Freigabedokumentation
- Freigabe

Bestimmung der Vorbelastung

Gemäß Anlage 8 Teil E StrlSchV /5/ sind bei einer Freimessung nur die Kontaminationen zu berücksichtigen, die durch die Anlagen oder Einrichtungen auf dem Betriebsgelände verursacht worden sind. Die Vorgehensweise zur Berücksichtigung der Vorbelastung (natürlich vorkommende Radioaktivität oder anthropogene Kontaminationen aus anderen Quellen wie Kernwaffen- oder Tschernobyl-Fallout) wird in betrieblichen Unterlagen festgelegt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Iststand-Aufnahme

Im Rahmen der Iststand-Aufnahme werden die vorliegenden Daten und Informationen des freizugebenden Geländes zusammengefasst. Hierzu werden die Betriebshistorie und, sofern vorhanden, weitere Analysen, Probenahmen und Messungen ausgewertet.


Voruntersuchung

Im Rahmen der Voruntersuchung werden die optimalen Vorraussetzungen für die Durchführung der Entscheidungsmessungen zum Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte geschaffen. Es wird die räumliche Aktivitätsverteilung und das Radionuklidgemisch mit den für die Entscheidungsmessung relevanten Nukliden bestimmt. Sofern nicht alle Nuklide des Radionuklidgemischs messtechnisch erfasst werden können, werden Hochrechnungsfaktoren festgelegt. Wenn erforderlich werden Nuklidvektoren zugeordnet, wobei bereits vorhandene Nuklidvektoren zugeordnet werden können. Anhand der Ergebnisse der Voruntersuchung werden ggf. Dekontaminationsmaßnahmen durchgeführt.

Entscheidungsmessung

Mit den Entscheidungsmessungen wird sichergestellt, dass oberflächen- oder massenbezogene Aktivitäten die vorgegebenen Freigabewerte unter Berücksichtigung der festgelegten Mittelungsgrößen nicht überschreiten. Es werden nur diejenigen Kontaminationen berücksichtigt, die durch die Anlage KBR verursacht worden sind.

Kann die Einhaltung der Freigabewerte durch die Entscheidungsmessungen nicht nachgewiesen werden, so wird eine Dekontamination durchgeführt und es erfolgen weitere Messungen. Die Entscheidungsmessungen im dekontaminierten Bereich werden wiederholt. Wird die Entscheidungsmessung anhand eines geeigneten Stichprobenverfahrens durchgeführt kann anstelle einer Dekontamination eine Anpassung der Parameter des Stichprobenverfahrens geprüft und ggf. umgesetzt werden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Abgrenzung und Freigabedokumentation

Nach den Entscheidungsmessungen mit nachgewiesener Einhaltung der Freigabewerte werden die Bereiche geeignet abgegrenzt und gegen Rekontamination gesichert. Anschließend wird die Freigabedokumentation entsprechend den Vorgaben der DIN 25457-7 /17/ und des Freigabebescheids erstellt.

Freigabe

Anhand der Freigabedokumentation kann die Feststellung der Übereinstimmung mit dem Freigabebescheid durch den vom Strahlenschutzverantwortlichen, der Inhaber der Freigabe ist, beauftragten Strahlenschutzbeauftragten getroffen werden. Die erstellte Freigabedokumentation ist Grundlage der Feststellung der Übereinstimmung. Die atomrechtliche Aufsichtsbehörde bestätigt schriftlich die Übereinstimmung, sofern der Freigabebescheid unter der aufschiebenden Bedingung dieses Nachweises erteilt wurde.

8. Konditionierung von radioaktiven Abfällen

In Abbildung 3 ist die Unterteilung der radioaktiven Abfälle mit geschätzten Massenangaben und deren mögliche/vorgesehene Behandlung schematisch dargestellt. Die Kennzeichnung erfolgt gemäß den Vorgaben im Teil B der Anlage der AtEV /10/.

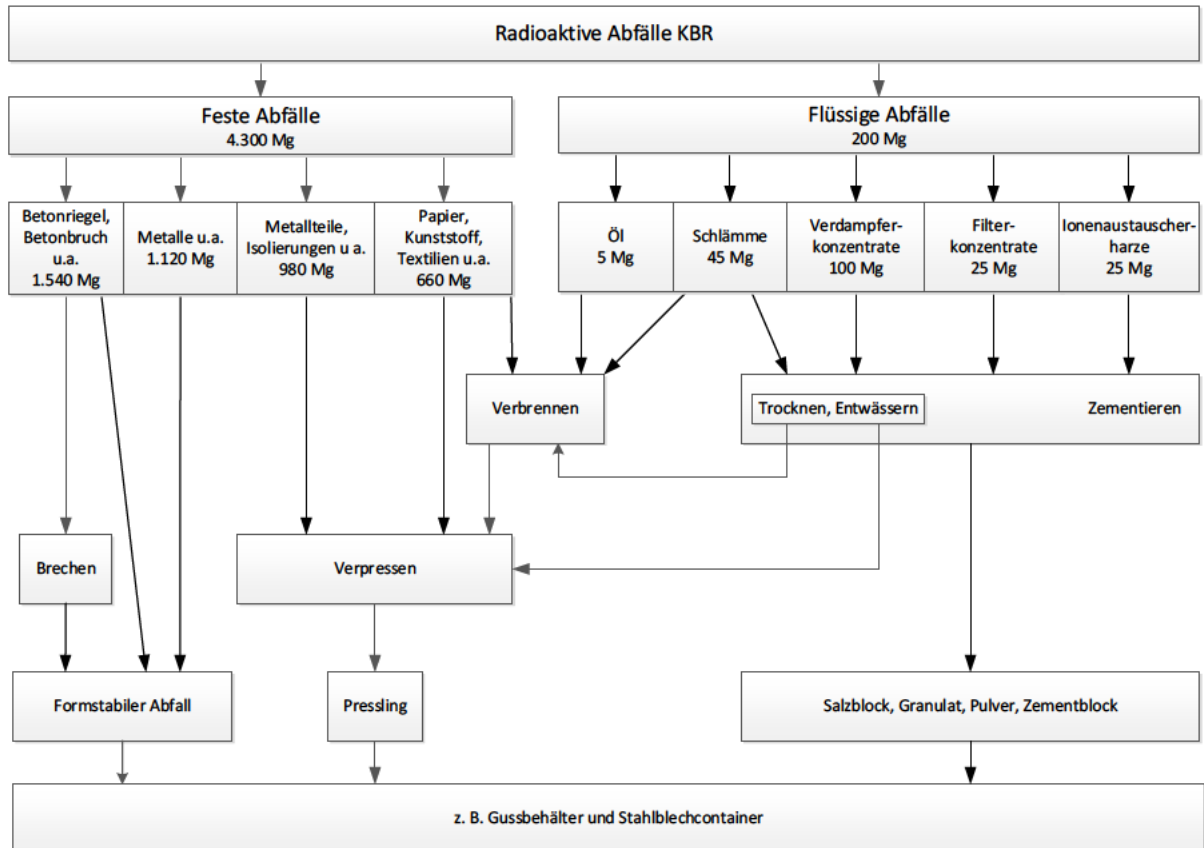

E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept


Abbildung 3: Schematisierte Darstellung der Behandlung radioaktiver Abfälle

Hinweis: Eine gleichzeitig mögliche Existenz konventioneller Schadstoffe im radioaktiven Abfall ist in Abbildung 3 nicht explizit berücksichtigt. Hierauf wird in Kapitel 8.3 eingegangen.

Jede Konditionierung von radioaktiven Abfällen erfolgt

- zur Herstellung von Abfallbinden durch Verarbeiten und Verpacken, mit dem Ziel das Volumen der Abfälle und damit das Transport- und Lagervolumen möglichst gering zu halten,
- intern mit KBR-eigenen Mitteln, mobilen Konditionierungsanlagen oder in externen Konditionierungsstätten,
- unter Beachtung der Vorgaben zur fachgerechten Verpackung für die Aufbewahrung/Transportbereitstellung /18/ sowie der Annahmebedingungen des jeweiligen Lagers, und

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

- im Rahmen einer von den zuständigen Aufsichtsbehörden (des Abfallverursachers/ Genehmigungsinhabers sowie ggf. des Zwischenlager) zugestimmten Kampagne auf Grundlage eines von der BGE freigegebenen Ablaufplans.

Im Fall der extern stattfindenden Konditionierung von radioaktiven Abfällen ist eine Abgabe an einen anderen Genehmigungsinhaber § 94 StrlSchV /5/ erforderlich. Dabei sind die Abgabe

- zur Dekontamination,
- zum Einschmelzen,
- zur Verbrennung,
- zur (Hochdruck-)Verpressung und
- zur Durchführung eines anderen Konditionierungsverfahrens

vorgesehen.

Die radioaktiven Abfälle sind gemäß öffentlich-rechtlichem Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und (u. a.) den deutschen EVU vom 26. Juni 2017 (Anlage 2: Annahmebedingungen zur Übernahme von LAW-/MAW-Gebinden in die Bereitstellungslagerung /18/, basierend auf dem Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung /19/) fachgerecht zu verpacken.

In Abbildung 4 ist der gesamte Ablauf des Produktkontrollverfahrens einschließlich aller Beteiligten bis zur Feststellung/Bestätigung der fachgerechten Verpackung (BGE-Stellungnahme zur Endlagerfähigkeit) und damit Abgabe der Entsorgungsverantwortung für ein Abfallgebilde an den Bund gemäß § 2 Abs. 2 EntsÜG /19/ dargestellt.

Sollte ein fachgerecht verpacktes Gebinde noch nicht alle Anforderungen an die Endlagerung erfüllen, obliegen alle notwendigen Maßnahmen zur Herstellung der Endlagerfähigkeit des Gebindes dem Bund und sind daher in Abbildung 4 nicht mit dargestellt.

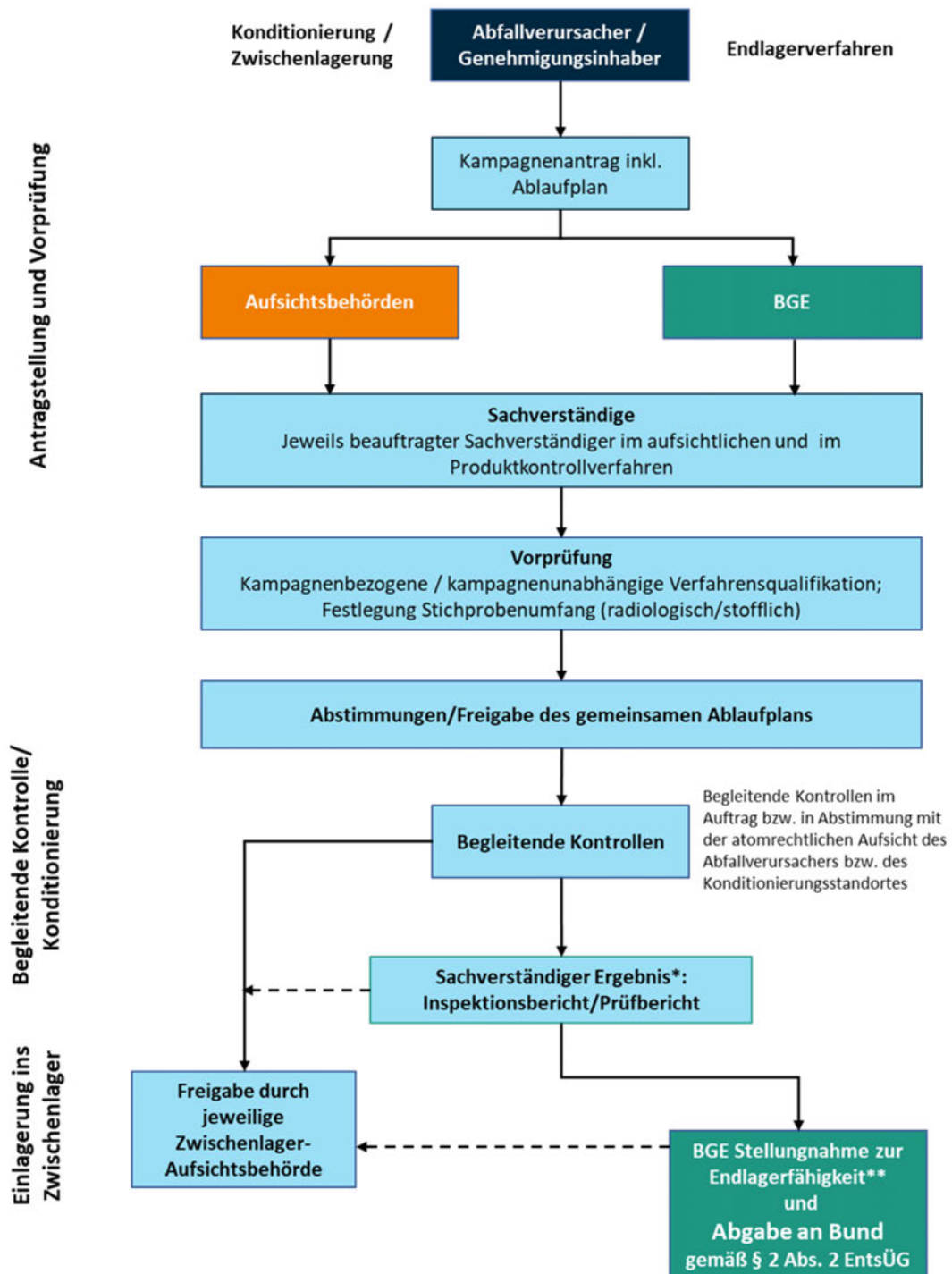



Abbildung 4: Ablauf und Verantwortlichkeiten zur fachgerechten Verpackung radioaktiver Abfälle

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

In den folgenden Kapiteln werden Konditionierungsverfahren für radioaktive Abfälle beschrieben, die für die radioaktiven Abfälle im KBR zur Anwendung kommen. Die Zuordnung zum Entsorgungsziel „Radioaktiver Abfall“ ist damit bereits erfolgt. Sollte diese Zuordnung das Ergebnis der Bewertung und Anwendung der Prioritäten zur Abfallvermeidung sein, so sind diese weiteren möglichen Entsorgungsziele für diesen Abfall kurz mit dargestellt.

8.1 Feste radioaktive Abfälle

Die festen radioaktiven Abfälle, wie


- kontaminierter und ggf. aktivierter Metallschrott,
- aktivierte Core-Bauteile,
- kontaminierter und ggf. aktivierter Bauschutt,
- Aktivkohle,
- Schwebstofffilter,
- Isoliermaterial,
- etc.

lassen sich grundsätzlich nach den Eigenschaften

- brennbar,
- pressbar und
- formstabil (nicht pressbar)

unterteilen.

Feste radioaktive Abfälle (z. B. Metallschrotte) können ggf. auch ohne weitere Behandlungsschritte, unter Einhaltung der entsprechenden Annahmebedingungen des jeweiligen externen Lagers und den Anforderungen an die fachgerechte Verpackung /18/, direkt als radioaktiver Abfall verpackt oder dem pressbaren Mischabfall zugeordnet werden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

8.1.1 Metallschrott

Kontaminierter und ggf. aktivierter Metallschrott fällt beim Abbau des KBR aus einer Vielzahl von Systemen an. Soweit der Metallschrott nicht nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ freigebbar ist, wird er der Wiederverwendung oder kontrollierten Verwertung im kerntechnischen Bereich bzw. dem pressbaren Mischabfall oder dem formstabilen Abfall zugeführt.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit des Einschmelzens zur Volumenreduktion oder zur Herstellung leicht verpackbarer Granulate. Dieses Einschmelzen wird jedoch nur selten als Zwischenschritt für das Verpacken fester Abfälle herangezogen und ist deshalb nicht in die Abbildung 3 aufgenommen worden. Die beim Einschmelzen entstehenden Prozessabfälle werden verpresst und fachgerecht verpackt.


8.1.2 Core-Bauteile

Unter Core-Bauteilen versteht man alle Reaktoreinbauten und vorhandene Core-Schrotte. Es handelt sich hierbei um aktivierte und kontaminierte Metallschrotte mit höherer Aktivität. Ihre Zerlegung bzw. Verdichtung zu verpackungsfähigen Größen erfolgt - wenn nötig - unter Wasser. Core-Bauteile mit entsprechendem Aktivitätsinventar werden - nachdem sie ggf. zerlegt wurden - in dickwandige Behälter (z. B. MOSAIK®) mit ggf. zusätzlichen Innenabschirmungen eingelegt und anschließend entwässert und getrocknet, oder im Fall einer Verpackung in Stahlblechcontainer mit dickwandiger Abschirmung als nicht störfallfeste oder störfallfeste Abfallgebinde konditioniert.

8.1.3 Bauschutt

Kontaminierter und ggf. aktivierter Bauschutt entsteht beim Abbau des KBR in diversen Raumbereichen, z. B. beim Abbau des Bioschildes, beim Ausbauen von Komponenten und bei der Dekontamination von Gebäudeoberflächen.

Soweit der Bauschutt nicht nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ freigebbar ist, wird er direkt als radioaktiver Abfall verpackt bzw. ggf. nach Brechen zur Resthohlraumverfüllung von Abfallgebinden verwendet.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

8.1.4 Aktivkohle

Aktivkohle fällt in den Abgas- und Abluftsystemen an. Ihre Aktivitätsbeladung ist in der Regel gering. Soweit die Aktivkohle nicht nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ freigebbar ist, wird sie dem Mischabfall zugeordnet (siehe 0).

8.1.5 Schwebstofffilter

Schwebstofffilter stammen aus den Lüftungssystemen der Raumlüftung. Nach Trennung der brennbaren und nicht brennbaren Anteile werden sie dem entsprechenden Mischabfall zugeführt.


8.1.6 Isolierungen

Isolierungen fallen bei Demontage-/Abbauarbeiten im KBR an. Soweit die Isolierungen nicht nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ freigebbar sind, werden sie dem pressbaren Mischabfall zugeordnet und verpresst. Sofern die Isolierungen mit konventionellen Schadstoffen belastet sind, wird gemäß Kapitel 8.3 behandelt

8.1.7 Filterkerzen/mechanische Filter

Filterkerzen sind die Filtereinsätze fest installierter mechanischer Filter in den Reinigungskreisläufen des KBR. Bedingt durch die hohe Aktivität der beladenen Filterkerzen ist das Einstellen der Filterkerzen in Fässern nur mit einer abgeschirmten und fernhantierten Anlage möglich. Bis zur Konditionierung werden die in Fässer eingestellten Filterkerzen in einem Filterkerzenlager gelagert.

In entsprechenden Kampagnen werden sie ggf. zerlegt, getrocknet und verpresst und fachgerecht verpackt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

8.1.8 Mischabfall

Generell werden die Mischabfälle am Entstehungsort nach Kontrolle der Dosisleistung und ggf. unter Beachtung der Herkunft und anderer Strahlenschutzmaßnahmen zur weiteren Behandlung zum RBZ transportiert und dort nach den Kriterien

- brennbar,
- nicht brennbar (→ i. d. R. pressbar) und
- Dosisleistung des Materials

getrennt und gesammelt. Für die Sortierkriterien „brennbarer Abfall“ und „pressbarer Abfall“ sind die Annahmebedingungen der jeweiligen Konditionierungsstätten zu beachten.

Für Stoffe, die nach den Annahmebedingungen der Konditionierungsstätten sowohl als brennbar oder pressbar zugeordnet werden können, wird die Zuordnung nach wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten festgelegt.

8.1.8.1 Brennbarer Mischabfall


Die brennbaren Mischabfälle (MAB) beinhalten eine Vielzahl verschiedener Materialarten. Den größten Anteil bilden Schutzkleidung, Reinigungsmaterialien (z. B. Zellstoff) und Folien.

Die brennbaren Abfälle werden gemäß den Annahmebedingungen der Verbrennungsanlage sortiert und verpackt.

Die MAB werden extern verbrannt und die für die Abfallgebindedokumentation benötigten Aktivitätswerte werden an den Aschen bestimmt. Die entstehenden Aschen und Filterstäube werden anschließend als radioaktiver Abfall entsorgt, d. h. verpresst und fachgerecht verpackt.

8.1.8.2 Pressbarer Mischabfall

Bei den pressbaren Mischabfällen (MAP) handelt es sich z. B. um Isoliermaterialien, kontaminierte Anlagenteile, etc. Ein Anteil ist ferner Abfall, der zwar brennbar ist, aber die Annahmebedingungen für die Verbrennung (z. B. aus radiologischen Gründen oder weil unzulässige Gefahrstoffe wie Asbest enthalten sind) nicht erfüllt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Pressbare Abfälle werden gemäß Annahmebedingungen der Konditionierungsstätte und, soweit es möglich ist, nach Abfallarten sortiert, in Fässer eingelegt und verpackt. Die MAP werden verpresst und die Presslinge gegebenenfalls im Anschluss getrocknet, bevor sie fachgerecht verpackt werden.

8.1.8.3 Formstabile, nicht pressbare Mischabfälle

Die Materialien, die den pressbaren Mischabfällen nicht zugeordnet werden dürfen, z. B. formstabile Abfälle, sind gemäß den Vorgaben der für die Entsorgung zuständigen Organisationseinheit, unter Berücksichtigung der Annahmebedingungen der Konditionierungsstätten, zu behandeln.


8.2 Flüssige radioaktive Abfälle

Die flüssigen Abfälle lassen sich unterteilen in die Rohabfallarten Öl, Schlämme, Verdampferkonzentrat (VDK), Filterkonzentrat und Ionenaustauscherharze. Sie werden in den dafür vorgesehenen Systemen gesammelt. Sie lassen sich zum Teil verbrennen (z. B. Öl), zum Teil nach Trocknung verpressen (z. B. Schlämme) oder direkt nach Trocknen, Entwässern und/oder Zementieren (z. B. Verdampferkonzentrate), unter Beachtung der Vorgaben zur fachgerechten Verpackung, verpacken.

8.2.1 Lösungsmittel (organisch) und Altöl

Kontaminierte organische Lösungsmittel, Beizmittel und Altöle fallen in geringen Mengen an. Sie werden getrennt in standardisierten mobilen und verschließbaren Sammel- und Transportbehältern im KBR gesammelt.

Kontaminierte Lösungsmittel/Altöle werden in einer externen Verbrennungsanlage verbrannt. Die dabei entstehenden Aschen und Filterstäube werden hochdruckverpresst.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

8.2.2 Schlämme

Schlämme fallen in der Regel in Abwasseraufbereitungssystemen und als Sumpfschlämme an. Schlämme werden am Entstehungsort abhängig von der Aktivitätskonzentration in entsprechende Behältnisse abgefüllt und können z. B. durch Abpumpen/Dekantieren entwässert werden. Das Trocknen der entwässerten Schlämme erfolgt danach z. B. mit Hilfe einer Trocknungsanlage intern/extern. Das getrocknete Produkt wird ggf. anschließend verpresst. Höheraktive Schlämme können auch direkt oder gemeinsam mit Verdampferkonzentraten in MOSAIK®-Behältern getrocknet werden. Ein Zementieren von Schlämmen ist ebenfalls möglich, wird aber nur in Ausnahmefällen angewendet.

8.2.3 Verdampferkonzentrate

Verdampferkonzentrate (VDK) sind die Rückstände aus den Eindampfanlagen der Wasseraufbereitung. Die Konzentrate werden diskontinuierlich in Konzentratbehälter abgeleitet und bis zu einem Feststoffgehalt von 15 bis 30 % gesammelt.


Je nach Höhe des Aktivitätsniveaus werden die VDK in ausreichend dickwandigen Behältern konditioniert. Die Konditionierung erfolgt im KBR mit einer Trocknungsanlage. Ebenso kann auch eine Zementierung erfolgen.

Bei externer Konditionierung werden die VDK in Tankcontainer abgefüllt und abtransportiert.

VDK können auch gemeinsam mit Ionenaustauscherharzen konditioniert werden.

8.2.4 Filterkonzentrate

Zu den Filterkonzentraten zählen die Abschlammungen von mechanischen Filtern der Reinigungssysteme. Sie bestehen aus den abfiltrierten Stoffen und den eingesetzten Filtermedien. Die Filterkonzentrate werden in Sammelbehälter abgeschlämmt. Filterkonzentrate werden mechanisch oder thermisch getrocknet. Das getrocknete Produkt wird fachgerecht verpackt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

8.2.5 Ionenaustauscherharze

Ionenaustauscherharze werden in unterschiedlichen Filtersystemen zur Wasseraufbereitung eingesetzt.

Die Ionenaustauscherharze werden in vorhandenen Sammelbehältern bis zu deren Konditionierung gelagert.

Je nach Höhe des Aktivitätsniveaus werden diese am Standort z. B. in der Abfüllstation mit Hilfe mobiler Konditionierungsanlagen in ausreichend dickwandige Behälter abgefüllt und mit mobilen Einrichtungen entwässert.

Ionenaustauscherharze können auch gemeinsam mit VDK konditioniert werden.

Ein Zementieren von Harzen ist ebenfalls möglich, wird aber nur in Ausnahmefällen angewendet.

8.2.6 Dekontaminationslösung (anorganisch)


Anorganische Dekontaminationslösung wird in betrieblichen Sammelbehältern gesammelt. Die anorganische Dekontaminationslösung wird gemeinsam mit VDK mit Hilfe einer Trocknungsanlage getrocknet und fachgerecht verpackt.

8.3 Radioaktive Sonderabfälle

Zu radioaktiven Sonderabfällen zählen z. B.

- Abfälle, die nur in geringen Mengen anfallen, wie z. B. Sprühdosen, Glas, Batterien und Farbreste und
- bestimmte Arten von Bauschutt (z. B. asbesthaltig).

Über die Zuführung der radioaktiven Sonderabfälle zu einem entsprechenden Konditionierungsverfahren wird von Fall zu Fall, unter Berücksichtigung der ggf. vorliegenden Anforderungen aus der gleichzeitigen Existenz konventioneller Schadstoffe (z. B. Asbest, PCB) und Radioaktivität, entschieden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


9. Herausgabe

Die Herausgabe wird im Stilllegungsleitfaden /4/ beschrieben als die Entlassung von nicht radioaktiven Stoffen (inklusive Gebäude und Bodenflächen), die nicht aus dem Kontrollbereich stammen, und weder durch den Leistungsbetrieb noch durch Restbetrieb und Abbau kontaminiert oder aktiviert wurden, aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung. Die Herausgabe kommt für Stoffe auf dem Kraftwerksgelände (Überwachungsbereich) zur Anwendung, bei denen aufgrund der Betriebshistorie und Nutzung eine unzulässige Kontamination oder Aktivierung nicht angenommen wird. Es handelt sich also um Kontrollmessungen an nicht radioaktiven Stoffen. Für diese Stoffe erfolgt demnach weder eine Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ noch ein Herausbringen nach § 58 StrlSchV /5/.

Das Vorgehen zur Herausgabe orientiert sich an den Vorgaben des Stilllegungsleitfadens /4/ sowie der ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen /20/. Voraussetzung für die Herausgabe ist, dass

- die Stoffe, beweglichen Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile aus einem Teil des Überwachungsbereichs stammen, in dem mit radioaktiven Stoffen umgegangen wurde,
- die Stoffe, beweglichen Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile sich nicht innerhalb eines Kontrollbereichs befinden, in dem mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird,
- die Gebäude/Teile von Gebäuden oder Räumen und Bodenflächen nicht Bestandteil eines Kontrollbereichs sind oder waren, in dem mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird,
- aufgrund der Betriebshistorie und Nutzung kein Anfangsverdacht für eine unzulässige Kontamination oder eine Aktivierung besteht.

Die Herausgabe ist in der Abfall- und Reststoffordnung (BHB Teil 1, Kapitel 9, /21/) geregelt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

9.1 Vorgehen

Die Herausgabe erfolgt in Eigenverantwortung des KBR und beinhaltet folgende Schritte:

- Plausibilitätsbetrachtung,
- stichprobenartige Kontrollmessungen,
- Erstellung der Dokumentation und
- Herausgabe der Stoffe durch den Strahlenschutzbeauftragten.

Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile sowie Gebäude, Teile von Gebäuden oder Räume und Bodenflächen, für die aufgrund der Plausibilitätsbetrachtungen keine Möglichkeit einer Kontamination oder Aktivierung ermittelt wird, werden in einer Positivliste geführt.

Für diese, auf der Positivliste enthaltenen Stoffe usw., sind keine formale Dokumentation der Herausgabe und keine Kontrollmessungen notwendig.


Für die Führung der Positivliste ist der Strahlenschutzbeauftragte verantwortlich.

9.2 Plausibilitätsbetrachtungen

Für die Plausibilitätsbetrachtungen werden die verfügbaren Informationen herangezogen. Dies sind:

- systemtechnische Betrachtungen,
- Betrachtung der Betriebshistorie,
- Messwerte von Kontaminationsmessungen.

Hinweise und Erfahrungen von Mitarbeitern können als Ergänzung und Vervollständigung der systemtechnischen Betrachtung und der Betrachtung der Betriebshistorie herangezogen werden.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Systematische Betrachtung

Mit der Betrachtung der Systemtechnik und Verfahrenstechnik wird geprüft, ob die zu betrachtenden Stoffe mit aktivitätsführenden Medien in Kontakt waren oder ein Kontaminationseintrag von anderer Stelle möglich war. Dabei ist darzulegen, dass


- bei Betrachtung von Systemen, Anlagen oder Teile von Anlagen diese nicht mit aktivitätsführenden Medien durchströmt wurden/werden,
- bei Betrachtung von Gebäuden, Teilen von Gebäuden oder Räumen in diesen keine aktivitätsführenden Systeme vorhanden waren/sind oder aus ggf. vorhandenen aktivitätsführenden Systemen keine Kontamination ausgetreten ist und
- keine offenen Verbindungen zu kontaminierten Systemen bestanden bzw. bestehen.

Betrachtung der Betriebshistorie

Mit der Betrachtung der Betriebshistorie wird geprüft, ob es Ereignisse oder andere Verwendungen der zu betrachtenden Stoffe gab, welche zu einem Kontakt mit aktivitätsführenden Medien oder Aktivierungen geführt haben.

Es wird geprüft, ob eine unzulässige Aktivierung, Kontamination und ein Kontaminationseintrag von anderer Stelle vorliegen könnte. Dabei ist darzulegen, dass

- in den betroffenen Räumen aktivitätsführende Systeme mit in der Vergangenheit aufgetretenen Leckagen nicht vorhanden waren/sind,
- es keine Ereignisse in der Anlage gab, die eine Kontamination oder Aktivierung der betroffenen Stoffe bedingen würde,
- eine Verwendung der betroffenen Stoffe außerhalb der Gültigkeit der systematischen Betrachtung nicht stattgefunden hat,
- in den betreffenden Gebäuden, Teilen von Gebäuden und Räumen kontaminierte Stoffe nicht gelagert wurden,
- Kontaminationsverschleppungen oder Aktivierung nicht stattgefunden haben und
- eine Aufkonzentration von Radioaktivität nicht vorliegt.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

9.3 Kontrollmessungen

Der Strahlenschutzbeauftragte wird aufgrund der Plausibilitätsbetrachtungen Art und Umfang der Kontrollmessungen festlegen. Die Messungen werden an Kumulationspunkten, erfolgen, also Stellen, an denen im Fall einer Kontamination mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Aktivität zu finden sein sollte.


Folgende Messverfahren können zum Einsatz kommen:

- gammaspektrometrische Auswertung von Proben,
- Direktmessung der Oberflächenkontamination mittels Kontaminationsmonitor,
- In-situ-Gammaspektrometrie,
- Gesamt-Gamma-Messung,
- Messungen der nicht festhaftenden Oberflächenkontamination mittels Wischtest oder Screening und ggf. anschließender nuklidspezifischer Auswertung oder
- oder
- Low-Level-Ortsdosisleistungsmessungen (ODL-Messungen).

Für die Messungen und Probenauswertungen werden nur Messgeräte eingesetzt, die einer Inbetriebsetzungsprüfung unterzogen wurden und wiederkehrend geprüft werden. Die Messgeräte erfüllen die Anforderungen des § 90 StrlSchV /5/.

Die Erkennungsgrenzen der Kontrollmessungen werden sich hierbei für das Schlüsselnuklid unter Berücksichtigung der messtechnischen Machbarkeit an 10 % der für den jeweiligen Stoff heranzuziehenden Freigabewerte (mit Ausnahme der Freigabe zur Beseitigung in Müllverbrennungsanlagen, auf Deponien, von Metallschrott zum Recycling oder Gebäuden zum Abriss) orientieren.

Kontaminationen, die nicht aus dem Betrieb des KBR (zum Beispiel „Fallout“) resultieren oder die aus Ableitungen mit der Fortluft des KBR resultieren, dürfen im Herausgabeverfahren unberücksichtigt bleiben (sogenannter „Untergrundabzug“).

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

9.4 Erstellung der Dokumentation

Die Dokumentation wird enthalten:

- die Auflistung der Stoffe,
- die systemtechnische Betrachtung,
- die Betrachtung der Betriebshistorie,
- Ergebnisprotokolle der Kontrollmessungen, einschließlich Angaben zu den Probenahme-/ Messorten mit Skizze und
- Prüf- und Herausgabevermerk des Strahlenschutzbeauftragten.

Die Dokumentation wird archiviert und mindestens 5 Jahre aufbewahrt.

Für Stoffe der Positivliste wird keine Dokumentation erstellt.


9.5 Bestätigung der Herausgabe durch den Strahlenschutzbeauftragten

Die ermittelten Daten aus den Plausibilitätsbetrachtungen und radiologischen Messwerte der Kontrollmessungen sind vom Strahlenschutzbeauftragten daraufhin zu prüfen, dass die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Voraussetzungen eingehalten sind. Die Bestätigung der Herausgabe erfolgt durch den Strahlenschutzbeauftragten.

Bis zum Abtransport werden die herausgegebenen Stoffe durch bauliche und/oder organisatorische Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung gesichert. Im Falle von Flächen oder Gebäuden werden diese gegen Kontaminationsverschleppung gesichert.

Stoffe, die auf der Positivliste stehen, benötigen keiner Bestätigung der Herausgabe durch den Strahlenschutzbeauftragten.

Falls eine Herausgabe nach den vorstehenden Kriterien nicht möglich sein sollte, kann eine Freigabe gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ erfolgen.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


10. Dokumentation, Buchführungs-, Mitteilungs- und Aufbewahrungspflichten

Die Dokumentation der radioaktiven Reststoffe und Abfälle erfolgt nach den Anforderungen des jeweiligen Entsorgungswegs gemäß StrlSchV /5/ und AtEV /10/. Dies umfasst im Wesentlichen:

- die Buchführung und Mitteilung über die Gewinnung, Erzeugung, Erwerb, Abgabe und den sonstigen Verbleib von radioaktiven Stoffen und die Aufbewahrung der Unterlagen darüber für 30 Jahre gemäß § 85 StrlSchV /5/. Dies schließt auch ein, dass die Unterlagen der Buchführung nach Abschluss der Gewinnung oder Erzeugung oder ab dem Zeitpunkt des Erwerbs, der Abgabe oder des sonstigen Verbleibs 30 Jahre aufbewahrt werden und auf Verlangen der zuständigen Behörde bei dieser hinterlegt werden;
- die Buchführung und jährliche Mitteilung über die Stoffe, für die die Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheids festgestellt wurde, und die Aufbewahrung der zugehörigen Unterlagen für 30 Jahre ab dem Zeitpunkt der nach § 42 Abs. 1 StrlSchV /5/ getroffenen Feststellung gemäß § 86 StrlSchV /5/;
- Erfassung radioaktiver Abfälle mit einem elektronischen Buchführungssystem und Aufbewahrung der Angaben nach Ablieferung der radioaktiven Stoffe an eine Anlage des Bundes für mindestens ein Jahr gemäß § 2 AtEV /10/.

Darüber hinaus werden gemäß § 1 Abs. 1 AtEV /10/

- vor Beginn der Tätigkeit der erwartete jährliche Anfall von radioaktiven Abfällen für die Dauer des gesamten Tätigkeitszeitraumes abgeschätzt und dieser der zuständigen Behörde unter Angabe des Verbleibs der radioaktiven Abfälle mitgeteilt und
- nach Beginn der Tätigkeit der Verbleib der radioaktiven Abfälle nachgewiesen und hierzu
 - a) der erwartete Anfall an radioaktiven Abfällen für das laufende Kalenderjahr ab Beginn der Tätigkeit und danach für jedes nächste Kalenderjahr abgeschätzt und dabei Angaben über den Verbleib gemacht und
 - b) der Anfall radioaktiver Abfälle seit dem letzten Stichtag und den Bestand zum Stichtag angegeben.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Gemäß KTA 1404 /22/ werden die im Zusammenhang mit der Entsorgung radioaktiver Reststoffe und Abfälle erforderlichen Unterlagen dokumentiert und aufbewahrt.

Weiterhin sind die „ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ /23/ zu berücksichtigen.


10.1 Freigabedokumentation

Die Freigabedokumentation wird zum Nachweis der Übereinstimmung mit dem Freigabebescheid erstellt. So wird über Stoffe, für die die Übereinstimmung mit dem Inhalt des Freigabebescheids festgestellt wurde, Buch geführt sowie der zuständigen Behörde einmal jährlich eine Mitteilung zukommen gelassen. Die Buchführung und Mitteilung muss die nach § 86 StrlSchV /5/ erforderlichen Angaben enthalten. Die Unterlagen werden gemäß § 86 StrlSchV /5/ für 30 Jahre ab dem Zeitpunkt der nach § 42 Abs. 1 StrlSchV /5/ getroffenen Feststellung aufbewahrt und auf Verlangen bei der zuständigen Behörde hinterlegt. Sofern die Stilllegung und der Abbau des KBR vor Ablauf der Aufbewahrungsfrist endet, werden die Unterlagen an eine von der zuständigen Behörde bestimmte Stelle übergeben.

Die Dokumentation zur Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /5/ ist im KBR von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde im zugestimmten Freigabeverfahren beschrieben. Sie erfolgt in Übereinstimmung mit den Festlegungen der jeweiligen Genehmigung bzw. des Freigabebescheids und auf der Grundlage des entsprechenden Regelwerks.

10.2 Abfallgebindedokumentation

Der Umfang der bei der Konditionierung zu erfassenden Daten ist über das Produktkontroll-Verfahren (siehe Abbildung 4) geregelt. Die bei der Konditionierung erfassten Daten fließen in die Abfallgebindedokumentation ein und werden durch weitere, notwendige Angaben ergänzt. Eine wesentliche Grundlage zur Dokumentationserstellung bildet das elektronische Buchführungssystem AVK.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Alle Abfallgebinde, die keiner weiteren betrieblichen Veränderung mehr unterworfen sind, sind in das AVK aufzunehmen (Buchführung über radioaktive Abfälle gemäß § 2 AtEV /10/).

Nach einer Qualitätskontrolle wird die Abfallgebindedokumentation den zuständigen Behörden vorgelegt. Bis zur Abgabe der Abfallgebinde an den Bund ist die Abfallgebindedokumentation vom Abfallverursacher aufzubewahren.

11. Transporte

Ziel des KBR ist es, das Transportaufkommen auf ein vertretbares Minimum zu reduzieren. Dabei spielen radiologische, ökologische und ökonomische Überlegungen eine Rolle.


Transporte von radioaktiven Stoffen vom KBR zu einer externen Behandlungs- oder Konditionierungsstätte und ggf. von dort in ein Zwischenlager oder zurück an den Standort KBR sind immer Gefahrguttransporte der Klasse 7, für die die geltenden Vorschriften einzuhalten sind. Dies gilt auch für den An- bzw. Abtransport von mobilen Einrichtungen zur Konditionierung zum bzw. vom KBR.

Innerbetriebliche Transporte über das Betriebsgelände erfolgen unter Berücksichtigung der KTA 3604 /24/.

12. Puffer- und Zwischenlagerung

Die radioaktiven Reststoffe und Abfälle des KBR werden in betrieblichen Lagerbereichen für weitere Behandlungs- bzw. Konditionierungsschritte bereitgestellt (Pufferlagerung) bzw. nach entsprechender Konditionierung in betrieblichen oder externen Lagern oberirdisch gelagert.

Bei der innerbetrieblichen Lagerung radioaktiver Abfälle und radioaktiver Reststoffe ist die KTA 3604 /24/ zu beachten.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

12.1 Pufferlagerung

Neben den bereits im KBR für die betriebliche Lagerung von radioaktiven Reststoffen und radioaktiven Abfällen vorhandenen Räumen und internen Lagern werden für Stilllegung und Abbau zusätzlich weitere Pufferlagerflächen innerhalb des Kontrollbereichs sowie auch außerhalb des Kontrollbereichs im Überwachungsbereich eingerichtet. Des Weiteren ist eine Pufferlagerung auch in der TBH-KBR möglich.


Diese Pufferlagerflächen werden u. a. erforderlich und genutzt

- zur Vergleichmäßigung des Materialflusses im Kontrollbereich,
- zum Abstellen von Material, das nicht sofort zum nächsten Arbeitsbereich weitertransportiert werden kann oder soll,
- zur Bildung von Chargen zur Vorbereitung des Transports zur externen Behandlung bzw. Konditionierung,
- zur getrennten Lagerung von radioaktiven Abfällen mit höheren Aktivitäten,
- zur getrennten Lagerung von Reststoffen nach Erfordernissen des Freigabeprozesses (z. B. Trennung von freigemessenen, noch nicht freigegebenen von freigegebenen Reststoffen),
- zur Lagerung von Stoffen im Herausgabeverfahren,
- zur Abklinglagerung und
- zur Transportbereitstellung z. B. in ein Zwischenlager.

In Einzelfällen wird die Pufferlagerung auch genutzt werden, um über das Abklingen von Nukliden mit kurzen Halbwertszeiten, dazu gehören im Wesentlichen Fe-55 mit einer Halbwertszeit von 2,7 Jahren oder Co-60 mit einer Halbwertszeit von 5,3 Jahren, die Aktivität von radioaktiven Reststoffen gezielt soweit zu verringern, dass

- die Strahlenbelastung des Personals bei der Behandlung reduziert wird,
- die Annahmebedingungen für externe Behandlungsstätten eingehalten werden und
- die Freigabewerte erreicht werden.

Die Freigabe erfolgt nach einer bestimmten, vorab festgelegten Abklingzeit. Die Abklinglagerung von radioaktiven Reststoffen kann am Standort KBR auf den Pufferlagerflächen, in internen Lagern oder in

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

der TBH-KBR erfolgen. Dabei muss die Behandlung bzw. Freigabe vor der Entlassung des Standorts aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung durchzuführen sein.

Die Abklinglagerung kann auch bei externen Dienstleistern erfolgen. Hierbei sind die Anforderungen des Dienstleisters zur maximalen Dauer des Abklingens zu berücksichtigen.

Auch kann eine Abklinglagerung von radioaktiven Abfällen zum Erreichen der Anforderungen an die fachgerechte Verpackung oder der Vorgaben des Transportrechts erfolgen.

Zur Verhinderung von Weiterverbreitung radioaktiver Stoffe werden vom Strahlenschutz für die jeweiligen Lagerflächen u. a. radiologische Randbedingungen (z. B. Dosisleistungs- und Kontaminationsrichtwerte) vorgegeben sowie Festlegungen, welche radioaktiven Reststoffe und Abfälle gelagert werden dürfen, getroffen.

Weitere Details zu den Pufferlagerflächen sind im E-05 „Logistikkonzept“ /4/ beschrieben.


12.2 Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle

Radioaktive Abfälle des KBR werden gelagert

- in internen Lagern,
- in der TBH-KBR,
- in externen Zwischenlagern wie z. B. ALG und TBL-Ahaus.


Beim Abbau des Kernkraftwerks Brokdorf fallen voraussichtlich ca. 4.500 Mg radioaktiver Abfall an. Das durchschnittliche Volumen von Abfallgebinden beträgt ca. 1 m³ pro Mg Abfallmasse. Bei der abgeschätzten Abfallmasse ergeben sich somit ca. 4.500 m³ Abfallgebinde. Die für die TBH-KBR angesetzten ca. 5.600 m³ Abfallgebinde sind demzufolge eine konservative Abschätzung der zu erwartenden Abfallvolumina, die auch ungünstigere Verpackungseinheiten wie MOSAIK®-Behälter sowie die noch für die TBH-KBR vorgesehenen Betriebsabfälle mit abdecken.

Die TBH-KBR hat daher ein ausreichendes Lagervolumen, um alle erwarteten radioaktiven Abfälle des KBR aufzunehmen.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Die radioaktiven Abfälle müssen den geltenden Annahmebedingungen des jeweiligen Lagers entsprechen.


Bei Transporten zu externen Lagern müssen die Abfälle zudem zum Zeitpunkt des Abtransports den Anforderungen des Transportrechts GGVSEB /25/ entsprechen.

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

13. Anhang

13.1 Abkürzungen

ALG	Abfalllager Gorleben
AtAV	Atomrechtliche Abfallverbringungsverordnung
AtEV	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	Atomgesetz
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
AVK	Abfallfluss-Verfolgungs- und Produkt-Kontrollsystem für radioaktive Abfälle
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BHB	Betriebshandbuch
EntsÜG	Entsorgungsübergangsgesetz
ESK	Entsorgungskommission
EVU	Energieversorgungsunternehmen
FAP	Freigabeablaufplan
GGVSEB	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt
KBR	Kernkraftwerk Brokdorf
KKG	Kernkraftwerk Grafenrheinfeld
KKS	Kernkraftwerk Stade
KKU	Kernkraftwerk Unterweser
KKW	Kernkraftwerk(e)
KWW	Kernkraftwerk Würgassen
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
LAW	Low Active Waste
MAB	Mischabfälle, brennbar
MAP	Mischabfälle, pressbar
MAW	Medium Active Waste
Mg	Megagramm – 1 Mg = 10 ⁶ g = 1.000.000 g = 1.000 kg = 1 t (Tonne)
PEL	PreussenElektra GmbH
RBZ	Reststoffbehandlungszentrum

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


- StrlSchV Strahlenschutzverordnung
- TBH-KBR Transportbereitstellungshalle Brokdorf
- TBL-Ahaus Transportbehälterlager Ahaus
- VDK Verdampferkonzentrat

13.2 Begriffe


Begriff	Definition	Quelle
Abfälle, radioaktiv	Radioaktive Abfälle sind gemäß § 3 AtAV alle gasförmigen, flüssigen oder festen radioaktiven Stoffe, für keine weitere Verwendung vorgesehen ist und die als radioaktive Abfälle der Kontrolle durch eine Aufsichtsbehörde unterliegen, wenn die Werte der spezifischen Aktivität der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 3 und der Aktivität der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV überschritten werden. Ausgenommen sind Ableitungen im Sinne des § 99 StrlSchV.	Stilllegungsleitfaden, Kap. 8 Anlage 1 /4/
Abfallbehälter	Siehe Behälter	
Abfallbehandlung	Verarbeitung von ggf. vorbehandelten radioaktiven Rohabfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Verfestigen, Einbinden, Vergießen oder Trocknen)	Endlagerungsbedingungen Konrad, Kap. 9 /26/
Abfallgebinde	Einheit aus radioaktivem Abfall und Behälter	

E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept


Abklinglagerung	Abklinglagerung ist die Lagerung radioaktiver Stoffe, damit deren Aktivität soweit abklingt, dass die weitere Behandlung oder Beseitigung unter optimierten Strahlenschutzbedingungen durchgeführt werden können, sie nach der Abklingzeit freigegeben werden können oder die Anforderungen an die Endlagerungsbedingungen Konrad (Stand: Dezember 2014) hinsichtlich der Abgabe an den Bund (§ 2 EntsÜG) erfüllen.	
Anlagenteil	Bauliche, maschinen- und elektrotechnische Teile der Anlage	
Behälter	<p>Im Sinne der Entsorgung: Behälter entsprechend den Behältergrundtypen (im Sinne der Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 2014) – Endlager Konrad, Anhang 1, Tabelle 1) und 20'-Container;</p> <p>Im Sinne der Logistik (einschließlich des Umgangs mit radioaktiven Reststoffen innerhalb und im Rahmen des Freigabeverfahrens außerhalb des Kontrollbereichs KBR): auch weitere geeignete Behältnisse, wie z. B. Mulden, Fässer, Presstromeeln, BigBags.</p>	
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination	DIN 25401:2015-04, 7.9 /27/
Demontage	Spezifizierter Ausbau von Anlagenteilen oder der Abbruch/das Entfernen von Baustrukturen im Rahmen des Abbaus	
Endlagerung	Wartungsfreie, zeitlich unbefristete und sichere Lagerung von radioaktivem Abfall.	Endlagerungsbedingungen Konrad, Kap. 9 /26/

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

Entsorgung	Schadlose Verwertung eines radioaktiven Reststoffes oder seine geordnete Beseitigung als radioaktiver Abfall.	DIN 25401:2015-04, 8.34 /27/
Fachgerechte Verpackung	Radioaktive Abfälle sind so zu konditionieren, dass die Voraussetzungen für deren Abgabe an den Bund gemäß § 2 Abs. 1 EntsÜG erfüllt werden.	
Freigabe	Die Freigabe ist ein Verwaltungsakt, der die Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung radioaktiver Stoffe, die aus Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 in Verbindung mit § 5 Absatz 39 Nummer 1 oder 2, oder aus Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 3 Nummer 3 bis 7 des Strahlenschutzgesetzes stammen, sowie von beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile (Gegenstände), die aufgrund dieser Tätigkeiten aktiviert oder mit solchen radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, zum Zweck hat.	Stilllegungsleitfaden, Kap. 8 Anlage 1 /4/
Geordnete Beseitigung	Abgabe und Eigentumsübertrag von LAW-/MAW-Gebinden in die Bereitstellungslagerung mit dem Ziel des endgültigen Verbleibs in einem Endlager des Bundes	
Herausgabe	Mit Herausgabe wird eine in der Genehmigung nach § 7 Absatz 3 AtG beschriebene Vorgehensweise zur Entlassung von Stoffen sowie beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen (Gegenstände) aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung bezeichnet, die nicht aufgrund von Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 des Strahlenschutzgesetzes kontaminiert oder aktiviert sein können und nicht aus dem Kontrollbereich stammen.	Stilllegungsleitfaden, Kap. 8 Anlage 1 /4/

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


Konditionierung	Herstellung von Abfallgebinden durch Behandlung und/oder Verpackung von radioaktivem Abfall	Abfallkontrollrichtlinie, Kap. 1.2 /11/
Kraftwerksgelände	Bereich auf dem Betriebsgelände des KBR, der vom Detektionszaun und einem Wassergraben umgeben ist.	
Pufferlagerung	Temporäres Unterbringen von ausgebauten Anlagenteilen und von radioaktiven Stoffen auf geeigneten Flächen oder in geeigneten Räumen im Rahmen ihrer Bearbeitung (z. B. Dekontamination, Zerlegung) beziehungsweise Behandlung (z. B. Konditionierung) oder Transportbereitstellung.	ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Kap. 2 /20/
Recycling	Zuführung metallischer Reststoffe in den Wertstoffkreislauf durch Einschmelzen und anschließende Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV	
Reststoffe, radioaktive	Radioaktive Stoffe, demontierte radioaktive Anlagenteile, Gebäudeteile (Bauschutt) und aufgenommener Boden sowie bewegliche Gegenstände, die kontaminiert oder aktiviert sind, bei denen der Verwertungs- bzw. Entsorgungsweg noch nicht entschieden ist, bis zur Entscheidung des Genehmigungsinhabers, dass sie dem radioaktiven Abfall zuzuordnen sind. Der Reststoff in diesem Sinne kann <ul style="list-style-type: none"> • in der eigenen oder einer anderen Anlage verwertet werden, wobei radioaktive Abfälle anfallen können, oder • sofort oder nach Abklinglagerung nach §§ 31 – 42 StrlSchV freigegeben werden. 	Stilllegungsleitfaden, Kap. 8 Anlage 1 /4/
Rohabfall	Unverarbeiteter radioaktiver Abfall	

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		


Verwertung, kontrollierte	Verwertung von radioaktiven Reststoffen nach Abgabe an einen anderen Genehmigungsinhaber im kerntechnischen Bereichz. B. als Rohstoff für die Herstellung von Behältern für radioaktive Abfälle	
Wiederverwendung	Wiederverwendung von ausgebauten Anlagenteilen wie Armaturen, Pumpen, Motoren etc. im kerntechnischen Bereich im In- und Ausland	
Zwischenlagerung	Lagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung bis zur Verbringung in ein anderes Zwischenlager, in ein zentrales Bereitstellungslager des Bundes oder in ein Endlager.	

13.3 Literaturverzeichnis

- /1/ Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung - AtVfV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 11. November 2020 (BGBl. I S. 2428) geändert worden ist
- /2/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes 10. August 2021 (BGBl. I S. 3530) geändert worden ist
- /3/ Antrag nach § 7 (3) AtG zur Stilllegung und zum Abbau der Anlage in der ersten Abbauphase (1. SAG) vom 1. Dezember 2017 (KBR-GEN-2017-01)
- /4/ Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteile nach § 7 des Atomgesetzes vom 16. September 2021 (BAnz AT 23.11.2021 B2)
- /5/ Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036; 2021 I S. 5261), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645) geändert worden ist
- /6/ B-03 BHB Teil 1, Kapitel 4 Strahlenschutzordnung

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

- /7/ Gesetz zur Regelung des Übergangs der Finanzierungs- und Handlungspflichten für die Entsorgung radioaktiver Abfälle der Betreiber von Kernkraftwerken (Entsorgungsübergangsgesetz - EntsÜG) vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 120, 1676), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 25. Juni 2021 (BGBl. I S. 2137) geändert worden ist
- /8/ E-10 Technischer und radiologischer Ausgangszustand der Anlage
- /9/ E-06 Radiologische Charakterisierung
- /10/ Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung – AtEV) vom 29.11.2018 (BGBl. I S. 2034, 2172; 2021 I S. 5261)
- /11/ Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (BAnz. 2008, Nr. 197, S. 4777)
- /12/ E-07 Entsorgung konventioneller Abfälle
- /13/ DIN 25457-4 Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen – Teil 4: Kontaminierter und aktivierter Metallschrott
Ausgabe: 2013-04
- /14/ E-05 Logistikkonzept
- /15/ DIN 25457-1 Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen - Teil 1: Grundlagen
Ausgabe: 2014-12
- /16/ DIN 25457-6 Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen - Teil 6: Bauschutt und Gebäude
Ausgabe: 2018-07
- /17/ DIN 25457-7 Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen - Teil 6: Bodenflächen und Bodenaushub
Ausgabe: 2017-08
- /18/ Öffentlich-rechtlicher Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den Energieversorgungsunternehmen über die Finanzierung des Kernenergieausstiegs vom 26. Juni 2017,
Anlage 2: Annahmebedingungen zur Übernahme von LAW-/MAW-Gebinden in die Bereitstellungslagerung (basierend auf dem Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung /19/)
- /19/ Gesetz zur Neuordnung der Verantwortung in der kerntechnischen Entsorgung vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 1222, 1676), das durch Artikel 244 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

- /20/ ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Empfehlung der Entsorgungskommission vom 05. November 2020
- /21/ B-04 BHB Teil 1, Kapitel 9, Abfall- und Reststoffordnung
- /22/ KTA 1404, Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken Fassung 2013-11; inhaltlich geprüft und weiterhin unverändert gültig: 2017-11
- /23/ ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vom 09.12.2021
- /24/ KTA 3604, Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken Fassung 2020-12
- /25/ Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt – GGVSEB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 11. März 2019 (BGBl. I S. 258), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 5 des Gesetzes vom 02. Juni 2021 (BGBl. I S. 1295) geändert worden ist
- /26/ Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 2014) – Endlager Konrad
- /27/ DIN 25401:2015-04
Begriffe der Kerntechnik


13.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vereinfachter Überblick der Entsorgungswege und -ziele für radioaktive Reststoffe und radioaktive Abfälle 8

Abbildung 2: Verfahrensablauf Entsorgungsziel 20

Abbildung 3: Schematisierte Darstellung der Behandlung radioaktiver Abfälle..... 42

Abbildung 4: Ablauf und Verantwortlichkeiten zur fachgerechten Verpackung radioaktiver Abfälle . 44

 Preussen Elektra	KBR Stilllegung und Abbau	Rev. 2 vom 12.01.2022
E-04 - Abfall- und Reststoffkonzept		

13.5 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Im Kontrollbereich anfallende Massen des KBR mit voraussichtlichem Entsorgungsziel 14