

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis	3
1 Einleitung	4
2 Zuständigkeiten und Anforderungen aus den gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerken sowie aus Richtlinien.....	5
2.1 Atomgesetz	5
2.2 Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle	5
2.3 Atomrechtliche Entsorgungsverordnung.....	5
2.4 BMU-Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle.....	6
2.5 ESK-Leitlinien	8
2.6 Endlagerungsbedingungen Konrad	8
3 Abfallarten aus Restbetrieb und Abbau des KKK	9
3.1 Abfallarten und Behandlungswege für radioaktive Abfälle	9
3.2 Benennung radioaktiver Abfälle.....	10
4 Konditionierung radioaktiver Abfälle	11
4.1 Abfallkampagnen	11
4.2 Konditionierung	12
5 Allgemeine Aspekte bei der Konditionierung von radioaktiven Abfällen.....	12
5.1 Qualitätssicherung	12
5.2 Konditionierungsstätten.....	13
5.3 Mischen von radioaktiven Abfällen	13
6 Lagerung und Transportbereitstellung.....	14
6.1 Lagerung.....	14
6.2 Transportbereitstellung	14
7 Abgabe an die BGZ.....	14
8 Abfallflussverfolgung und Produktkontrolle/Dokumentation	15
9 Begriffsbestimmungen	16
10 Quellenangaben.....	19

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prozessablauf und Verantwortlichkeiten bei der Entsorgung intern und extern konditionierter, radioaktiver Abfälle	7
Abbildung 2: Abfallarten und mögliche Behandlungswege für radioaktive Abfälle	10

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Abkürzungsverzeichnis

AtEV	-	Atomrechtliche Entsorgungsverordnung
AtG	-	Atomgesetz
AVK	-	Abfallfluss-Verfolgungs- und Produktkontrollsystem
BfE	-	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit
BfS	-	Bundesamt für Strahlenschutz
BGE	-	Bundesgesellschaft für Endlagerung
BGZ	-	Gesellschaft für Zwischenlagerung
BMU	-	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, (Bezeichnung im Jahr 2008)
ESK	-	Entsorgungskommission
KKB	-	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKK	-	Kernkraftwerk Krümmel
KTA	-	Kerntechnischer Ausschuss
LasmAaZ	-	Lager für schwach- und mittelaktive Abfälle am Zwischenlager
RAO	-	Reststoff- und Abfallordnung
RBHB	-	Restbetriebshandbuch
RDB	-	Reaktordruckbehälter
ReVS	-	Reststoffverfolgungsprogramm
SSB	-	Strahlenschutzbeauftragter
StrlSchG	-	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	-	Strahlenschutzverordnung
TBH	-	Transportbereitstellungshalle

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

1 Einleitung

Am 24. August 2015 hat die Kernkraftwerk Krümmel (KKK) GmbH & Co. oHG nach § 7 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) den Antrag auf Stilllegung und Abbau gestellt /13/. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurde der Sicherheitsbericht /5/ vorgelegt. Mit Fachberichten zum Sicherheitsbericht werden die Darstellungen im Sicherheitsbericht vertieft.

Bei Stilllegung und Abbau des KKK fallen radioaktive Stoffe an, die gemäß AtG als radioaktiver Abfall geordnet beseitigt werden müssen. Die Erreichung des Entsorgungsziels „radioaktiver Abfall“ führt über interne oder externe Behandlungswege zu einem endlagerfähigen Abfallgebinde.

Im Atomgesetz (AtG) /1/ regelt der § 9a die Verwertung radioaktiver Reststoffe und Beseitigung radioaktiver Abfälle. In weiteren Verordnungen – besonders in der Atomrechtlichen Entsorgungsverordnung (AtEV) /8/ – werden die Anforderungen an den Umgang mit radioaktiven Abfällen formuliert.

Die Maßnahmen zur Entsorgung radioaktiver Abfälle erfolgen auf der Grundlage der Endlagerungsbedingungen des Endlagers Konrad /3/, der Strahlenschutzverordnung /2/, der Richtlinie des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) /4/, der AtEV /8/ sowie der ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung /7/.

Im vorliegenden Fachbericht wird konzeptionell die Behandlung von radioaktiven Abfällen dargestellt. Die Erreichung des Entsorgungsziels „radioaktiver Abfall“ beginnt mit der Zusammenstellung der im KKK anfallenden Arten von radioaktiven Abfällen und führt über interne oder externe Behandlungswege zu einem endlagerfähigen Abfallgebinde. Die Behandlung der radioaktiven Abfälle ist durch verschiedene chronologische Prozesse charakterisiert, wie z. B. Sammlung, Sortierung, Erfassung, Konditionierung, Verpackung, Stauen, Pufferlagerung, Zwischenlagerung und Abgabe an die Gesellschaft für Zwischenlagerung (BGZ).

Die Vorgehensweise bei der Konditionierung von radioaktiven Abfällen, d. h. die Durchführung von Abfallkampagnen bedarf der Zustimmung durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde sowie der Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE). Die Erfassung der radioaktiven Abfälle erfolgt im Rahmen der Abfallflussverfolgung und Produktkontrolle mit einem elektronischen Buchführungssystem (AVK).

Der vorliegende Fachbericht sowie alle für die Entsorgung relevanten Fachberichte repräsentieren somit den übergeordneten genehmigungstechnischen Rahmen für das Entsorgungskonzept für Stilllegung und Abbau des KKK, dessen Grundlage die Reststoff- und Abfallordnung (RAO) des Restbetriebshandbuchs (RBHB) ist.

Alle technischen und organisatorischen Vorkehrungen zur Entsorgung von radioaktiven Abfällen für den Abbau des KKK werden in der RAO sowie in den zugehörigen betrieblichen Regelungen und Anweisungen detailliert dargestellt. Die RAO erfüllt die Anforderungen der Leitlinie der Entsorgungskommission (ESK) /6/ sowie der BMU-Richtlinie /4/ an ein Konzept zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle und wird bei Bedarf im aufsichtlichen Verfahren fortgeschrieben.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

2 Zuständigkeiten und Anforderungen aus den gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerken sowie aus Richtlinien

2.1 Atomgesetz

Die Anforderungen und Pflichten für den Abfallerzeuger von radioaktiven Abfällen werden im § 9a „Verwertung radioaktiver Reststoffe und Beseitigung radioaktiver Abfälle“ Abs. 1 AtG /1/ wie folgt formuliert:

„(1) Wer Anlagen, in denen mit Kernbrennstoffen umgegangen wird, errichtet, betreibt, sonst innehat, wesentlich verändert, stilllegt oder beseitigt, außerhalb solcher Anlagen mit radioaktiven Stoffen umgeht ... hat dafür zu sorgen, dass anfallende radioaktive Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile den im § 1 Nr. 2 bis 4 bezeichneten Zwecken entsprechend schadlos verwertet werden oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden (direkte Endlagerung)....“

Die Verantwortung des Bundes für die Einrichtung von Anlagen zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle wird § 9a Abs. 3 AtG /1/ geregelt. Hierfür ist auch § 9b „Zulassungsverfahren“ relevant. Die Zuständigkeit des Bundesamtes für kerntechnische Entsorgungssicherheit ist im § 23 d wie folgt festgelegt:

„Das Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit ist zuständig für

1. *die Planfeststellung und Genehmigung nach § 9b und deren Aufhebung,*
2. *die Aufsicht über Anlagen des Bundes nach § 9a Absatz 3 Satz 1 und die Schachanlage Asse II nach § 19 Absatz 5,*
3. *die Erteilung der bergrechtlichen Zulassungen und sonstiger erforderlicher bergrechtlicher Erlaubnisse und Genehmigungen bei Zulassungsverfahren nach § 9b für die Errichtung, den Betrieb und die Stilllegung von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und Endlagerung nach § 9a Absatz 3 im Benehmen mit der zuständigen Bergbehörde des jeweiligen Landes,*
4. *die Bergaufsicht ... über Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und Endlagerung ...,*
5. *die Erteilung von wasserrechtlichen Erlaubnissen oder Bewilligungen ... für Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und Endlagerung...“*

2.2 Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle

Die Anforderungen an die Konditionierung und Verpackung werden in den „Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen) – Endlager Konrad“ /3/ festgelegt:

„Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat Endlagerungsbedingungen für das Endlager Konrad erstellt. Diese Anforderungen wurden auf der Grundlage von Ergebnissen einer standortspezifischen Sicherheitsanalyse erarbeitet. Sie beinhalten allgemeine Anforderungen an Abfallgebinde wie auch spezifische Anforderungen an Abfallprodukte und Abfallbehälter sowie Aktivitätsbegrenzungen für einzelne Radionuklide und Massenbegrenzungen für nichtradioaktive schädliche Stoffe.“

2.3 Atomrechtliche Entsorgungsverordnung

Die Anforderungen an den Umgang mit radioaktiven Abfällen werden in der AtEV /8/ beschrieben. Insbesondere im § 3 AtEV /8/ ist über die Zuständigkeit für die Vorgaben der Konditionierung bzw. Verpackung sinngemäß Folgendes ausgeführt.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

- Die zuständige Behörde
 - kann die Art der Behandlung und Verpackung radioaktiver Abfälle vor deren Ablieferung anordnen und einen Nachweis über die Einhaltung dieser Anordnung verlangen,
 - legt alle sicherheitstechnischen Anforderungen an für die Endlagerung bestimmte Abfallgebinde fest,
 - stellt die Endlagerfähigkeit der nach diesen Anforderungen hergestellten Abfallgebinde fest.
- Anwendung von Verfahren zur Behandlung und Verpackung radioaktiver Abfälle, für die das Bundesamt für Strahlenschutz die Zustimmung gegeben hat,
- Kennzeichnung der Abfallbehälter und sonstigen Einheiten gemäß Anlage AtEV /8/.

Die zuständige Behörde ist gemäß § 3 AtEV /8/ die Aufsichtsbehörde des KKK.

Die Durchführung der Antrags- und Zustimmungsverfahren für Abfallkampagnen erfolgt im aufsichtlichen Verfahren nach Erteilung der Genehmigung unter Einbindung der Bundesgesellschaft für Endlagerung (für die Produktkontrolle bezüglich der Endlagerung). Das heißt, die Produktkontrolle ist nicht Bestandteil der Genehmigungsunterlagen zum Abbau des KKK, sondern wird in einem separaten Verfahren durch die zuständige Behörde Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) sichergestellt.

Die aufsichtliche Begleitung bei der Durchführung der Konditionierung am Standort des KKK nach § 19 AtG /1/ bleiben davon unberührt.

2.4 BMU-Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle

In der Richtlinie des BMU zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 /4/ wird der Zweck dieser Richtlinie wie folgt dargestellt:

„Die Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle regelt in Ergänzung der §§ 72 bis 79 der Strahlenschutzverordnung (StrSchV) die Überwachung der beim Umgang mit radioaktiven Stoffen anfallenden radioaktiven Reststoffe und radioaktiven Abfälle. Sie soll den zuständigen Aufsichtsbehörden ermöglichen, jederzeit den Zustand und Verbleib dieser Stoffe festzustellen und den Betreibern von Anlagen und Einrichtungen nach den §§ 5, 6, 7 und 9 des Atomgesetzes (AtG) sowie den Inhabern von Genehmigungen nach den §§ 7 und 11 StrlSchV sowie den Betreibern von Landessammelstellen die erforderlichen Vorgaben geben, damit sie ihren nach Atomgesetz und Strahlenschutzverordnung vorgesehenen Pflichten abgestimmt nachkommen können. Die zuständige Aufsichtsbehörde kann Ausnahmen in Einzelfällen zulassen.“

Die Regelungen der §§ 7 und 11 der bis zum 31.12.2018 gültigen Strahlenschutzverordnung sind in die Regelungen von Teil 2 Kapitel 2 Abschnitte 1 und 2 des seit 27. Juni 2017 gültigen Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) /12/ übergegangen.

Im Kapitel 3 der Richtlinie wird die Verpflichtung aufgeführt, ein Entsorgungskonzept zu erstellen. Dieses Entsorgungskonzept wird im KKK in Form der Reststoff- und Abfallordnung (RAO) als Bestandteil des Restbetriebshandbuches (RBHB) repräsentiert.

Kapitel 3: „Planung für Anfall und Verbleib“:

„In einem Entsorgungskonzept sind für alle anfallenden Arten von radioaktiven Reststoffen die technischen und organisatorischen Vorkehrungen zur Sammlung und Erfassung sowie die vorgesehenen Wege der schadlosen Verwertung darzustellen, für radioaktive Abfälle sind die vorgesehenen technischen und organisatorischen Vorkehrungen zur Sammlung und Erfassung sowie zur Behandlung und Verpackung darzustellen. Änderungen dieses Konzepts sind fortzuschreiben und der zuständigen Aufsichtsbehörde vorzulegen.“

In der folgenden Abbildung 1 sind in Anlehnung an die BMU-Richtlinie /4/ der Prozessablauf sowie die Verantwortlichkeiten bei der internen und externen Entsorgung von radioaktiven Abfällen grafisch dargestellt.

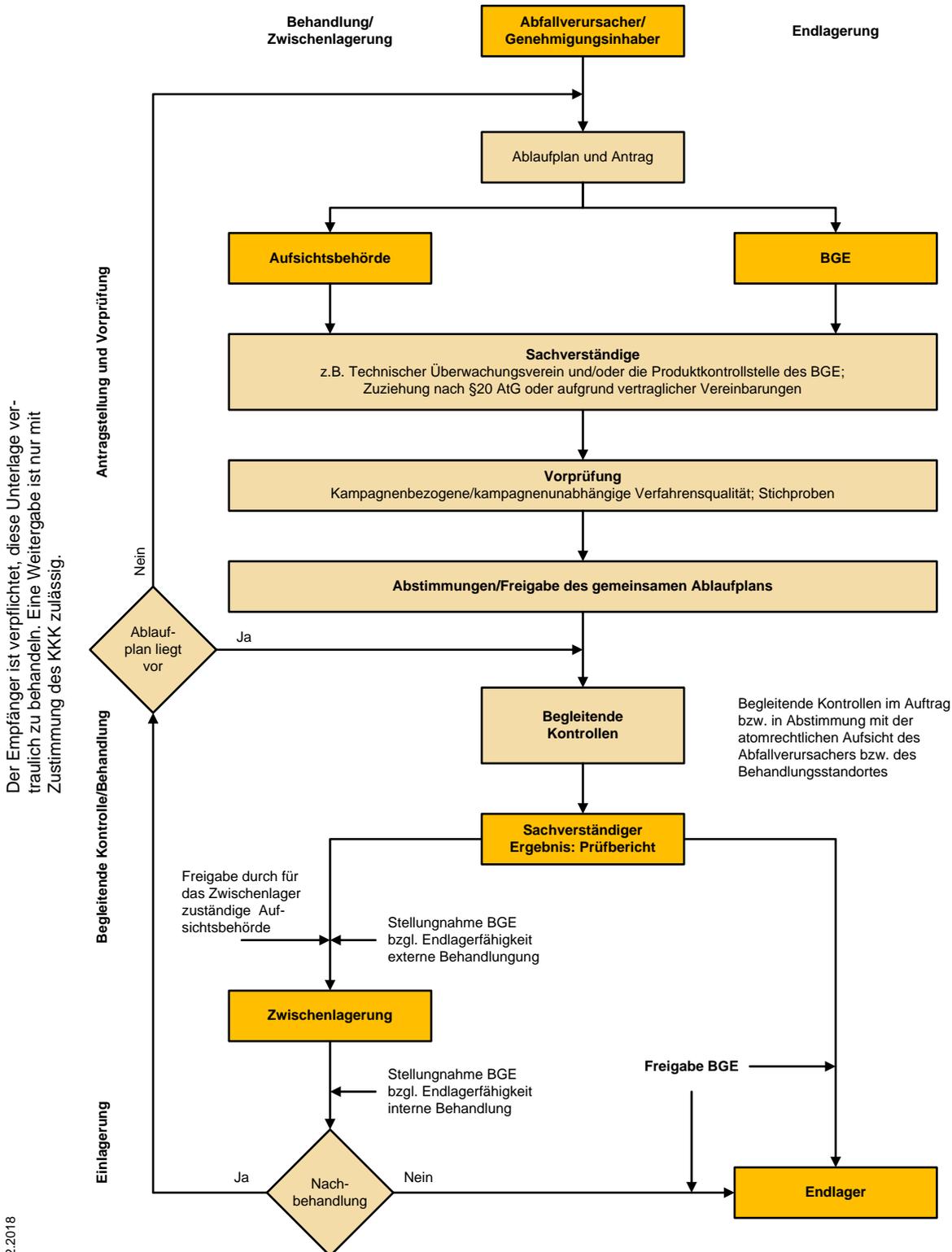


Abbildung 1: Prozessablauf und Verantwortlichkeiten bei der Entsorgung intern und extern konditionierter, radioaktiver Abfälle

In der BMU-Richtlinie /4/ sind in der Legende zur obigen Abbildung 1 die Rollen des Abfallverursachers (hier KKK), des BfS (nunmehr Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE)) und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde beim Zustimmungsverfahren zur Konditionierung von radioaktiven Abfällen wie folgt beschrieben:

„Abfallverursacher/Genehmigungsinhaber:

Stellt gleichzeitig bei BfS und Aufsichtsbehörden den Antrag zum Konditionierungs- bzw. Prüfungsvorhaben unter Beifügung eines Ablaufplans. Die Landessammelstellen übernehmen im Rahmen der Produktkontrolle die Aufgaben des Abfallverursachers.

Antrag mit Ablaufplan:

Beantragt werden kann die Qualifizierung eines Verfahrens oder einer konkreten Konditionierungskampagne (einschließlich Stichprobenprüfung) oder einer Stichprobenprüfung. Der zugehörige Ablaufplan umfasst die wesentlichen Arbeitsschritte und alle Prüfschritte des Vorhabens in Bezug auf das Abfallgebilde. Der Antrag mit dem für den Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen relevanten Teil und den anlagenspezifischen und/oder zwischenlagerrelevanten Teilen des Ablaufplans wird vom Abfallverursacher/ Genehmigungsinhaber beim BfS und den zuständigen Aufsichtsbehörden eingereicht.

Aufsichtsbehörde:

Zuständig für Anlagen und Maßnahmen des Abfallverursachers/Genehmigungsinhabers sowie ein eventuelles Zwischenlager. Sie beauftragt erforderlichenfalls Sachverständige nach § 20 AtG, die eingereichten Unterlagen hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der jeweiligen kerntechnischen Einrichtung bzw. der Zwischenlagerung in Abstimmung mit dem vom BfS zugezogenen Sachverständigen zu prüfen. Sie erteilt die Zustimmung zur Durchführung des Konditionierungsvorhabens bzw. zur Zwischenlagerung. Sie informiert das BfS über ihre Entscheidung.

BfS:

Beauftragt erforderlichenfalls Sachverständige, die eingereichten Unterlagen zu den Endlageranforderungen in Abstimmung mit den von den Aufsichtsbehörden zugezogenen Sachverständigen zu prüfen. Das BfS teilt den zuständigen Aufsichtsbehörden das Ergebnis seiner Prüfung mit.“

2.5 ESK-Leitlinien

In den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung /7/ sind Anforderungen an Abfallprodukte und –gebilde (siehe dort Kapitel 2.1), an Abfallbehälter und Großkomponenten (siehe dort Kap. 2.2) sowie an Lagergebäude (siehe dort Kap. 2.3) festgelegt. Diese werden im Entsorgungskonzept des KKK, das in Form der RAO als Bestandteil des RBHB vorliegt, berücksichtigt.

2.6 Endlagerungsbedingungen Konrad

Die Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle /3/ beziehen sich auf Abfallgebilde, Abfallprodukte sowie auf Abfallbehälter. Diese werden im Entsorgungskonzept des KKK, das in Form der RAO als Bestandteil des RBHB vorliegt, berücksichtigt.

Weiterhin werden die Anforderungen an die Produktkontrolle radioaktiver Abfälle /9/ und /10/ erfüllt.

3 Abfallarten aus Restbetrieb und Abbau des KKK

3.1 Abfallarten und Behandlungswege für radioaktive Abfälle

Im KKK können während der Abbauphase folgende radioaktive Abfallarten als Rohabfälle oder vorbehandelte Abfälle anfallen:

- **Metallteile, Bauschutt; Beton/Betonbruch** und andere formstabile Teile:
Dies sind im Kontrollbereich gesammelte inhomogene nicht brennbare und nicht verpressbare, trockene feste Abfälle, wie z. B.
 - Metallteile (Schrott, d. h. metallische radioaktive Abfälle, z. B. abgebaute Rohrleitungen oder zerlegte RDB-Einbauten) und
 - Bauschutt, Beton/Betonbruch mit metallischen Versatzteilen, der bei Abbauarbeiten an baulichen Strukturen gesammelt wird.
- **Metallteile, Isolierungen** und andere verpressbare Abfälle:
Dies sind im Kontrollbereich gesammelte inhomogene teilweise auch brennbare und verpressbare feste Abfälle, wie z. B. Kabel, Isolierwolle, metallische Kleinteile aus dem Abbau.
- **Papier, Kunststoffe, Textilien** u. ä.:
Dies sind im Kontrollbereich gesammelte inhomogene brenn- und verpressbare feste Abfälle, wie z. B. Putzlappen, Folien, verbrauchte persönliche Strahlenschutzmittel.

- **Öl** und Chemikalien:
Altöle bestehen aus brennbaren mineralischen Maschinenölen und fallen hauptsächlich bei Ölwechseln an maschinentechnischen Systemen und bei der Stillsetzung derartiger Systeme als Voraussetzung für deren Abbau an.

Chemikalien bestehen hauptsächlich aus flüssigen Rückständen von Reinigungsanlagen.

- **Schlämme:**
Schlämme fallen an bei Reinigungsarbeiten in Gebäudesümpfen, bei der Reststoffbearbeitung und bei Abbauarbeiten. Die Schlämme oder Suspensionen werden unverzüglich mittels einer betrieblichen Trocknungseinrichtung entwässert.
- **Verdampferkonzentrate:**
Dies sind trockene Eindampfrückstände von Sumpf- und Betriebsabwässern sowie Ablagerungen aus Behältern.
- **Filterkonzentrate:**
Dies sind verbrauchte, getrocknete Filterhilfsmittel. Speziell fallen diese ursprünglich flüssigen Filterkonzentrate als Mischung aus Ionenaustauscherharzen und Stützmassen an. Sie sind mit ausgefilterten Stoffen (hauptsächlich Korrosionsprodukte) angereichert.

Hierunter fallen auch **Ionenaustauscherharze**, die vor allem aus verbrauchten, ausgespülten Kugelharzen aus den Wasserreinigungsanlagen des Kontrollbereiches bestehen.

In der folgenden Abbildung 2 sind grafisch die Abfallarten sowie mögliche Behandlungswege beispielhaft dargestellt.

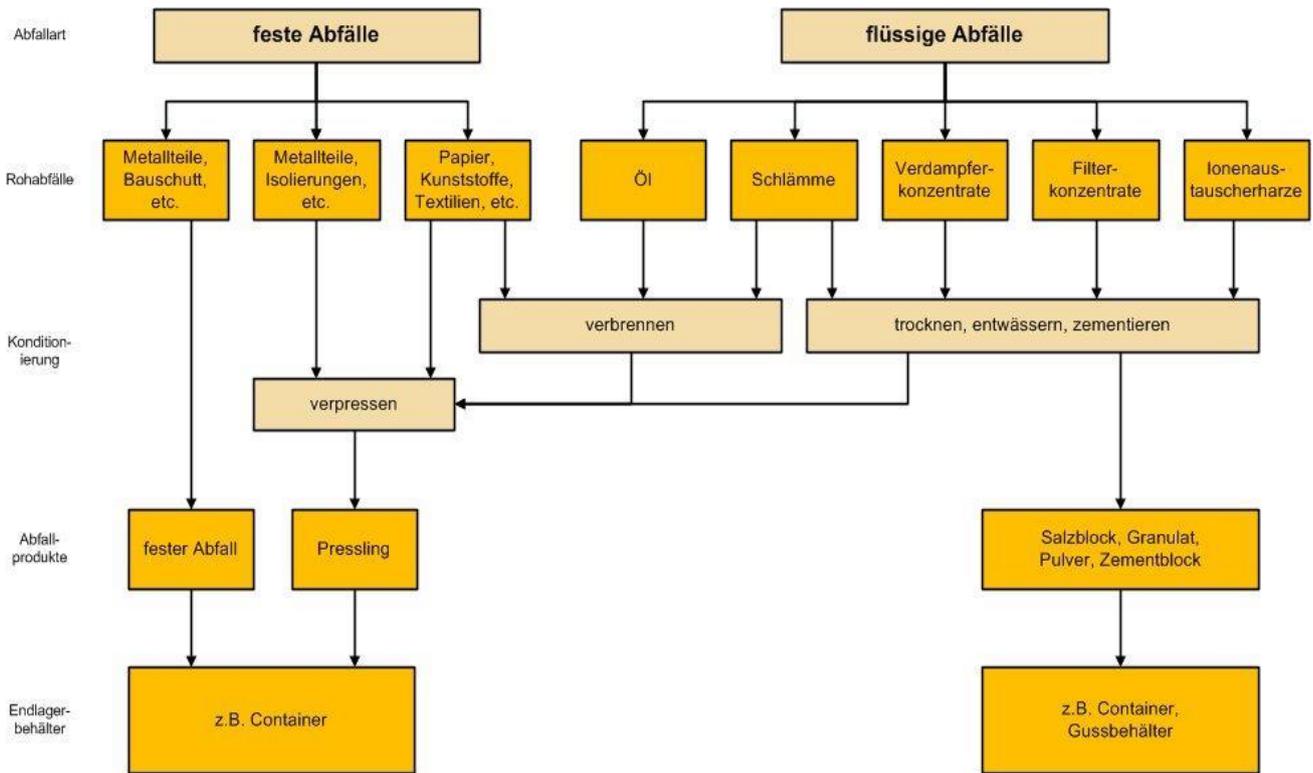


Abbildung 2: Abfallarten und mögliche Behandlungswege für radioaktive Abfälle

3.2 Benennung radioaktiver Abfälle

Gemäß StrlSchV /2/ müssen radioaktive Abfälle bezüglich des Verarbeitungszustandes, der Bezeichnung sowie der Behandlung benannt werden. Für den Verarbeitungszustand der radioaktiven Abfälle sind die folgenden drei Kategorien festgelegt:

- R Rohabfall
- Z Zwischenprodukt
- K Konditionierter Abfall (Abfallgebinde)

Zusätzlich sind die Abfälle entsprechend den Vorgaben im Verzeichnis für radioaktive Abfälle (gemäß „Programm für eine verantwortungsvolle und sichere Entsorgung bestrahlter Brennelemente und radioaktiver Abfälle“ (Nationales Entsorgungsprogramm, August 2015) zu kategorisieren.

Die radioaktiven Abfälle sind hiernach bezüglich ihres Verarbeitungszustandes in sechs Kategorien einzustufen, die folgendermaßen definiert sind:

- **RA Rohabfälle**
 - radioaktive Abfälle in ihrer Entstehungsform
- **VA vorbehandelte Abfälle**
 - zur besseren Handhabung vorbehandelte radioaktive Abfälle, die jedoch für die Endlagerung weiter behandelt werden müssen

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

- **P1 Abfallprodukte**
 - Abfälle in Innenbehältern (z. B. Fässern), die soweit behandelt wurden, dass eine weitere Behandlung deren Produkteigenschaften nicht mehr verändert
 - Abfälle, die für die Endlagerung noch in einen Endlagerbehälter verpackt werden müssen

- **P2 produktkontrollierte Abfallprodukte**
 - Abfallprodukte der Kategorie P1, für die mindestens die radiologische Produktkontrolle erfolgreich durchgeführt wurde
 - Abfälle, die für die Endlagerung noch in einen Endlagerbehälter verpackt werden müssen

- **G1 Endlagergebilde**
 - Abfallprodukte der Kategorie P2, die in Endlagerbehälter verpackt und ggf. vergossen sind
 - Abfallgebilde, die von der BGE für die Endlagerung noch nicht bestätigt sind

- **G2 produktkontrollierte Endlagergebilde**
 - produktkontrollierte Abfallgebilde, die im Endlager eingelagert werden können

Die Angaben zur Bezeichnung des radioaktiven Abfalls und zum Behandlungsverfahren sind gemäß der Anlage der AtEV /8/ vorgegebenen Code zu wählen. Zur Dokumentation des Verarbeitungszustandes werden im AVK zusätzlich die oben aufgeführten Kategorien verwendet.

4 Konditionierung radioaktiver Abfälle

4.1 Abfallkampagnen

Die Behandlung radioaktiver Abfälle ist in Form von Abfallkampagnen vorwiegend am Standort des KKK durchzuführen. Alternativ kann auch eine externe Behandlung durchgeführt werden. Bei der externen Behandlung sind die Regelungen gemäß § 94 StrlSchV /2/ zu beachten.

Die Durchführung einer Abfallkampagne bedarf der Freigabe durch die BGE und durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde des KKK. Das Verfahren zur Beantragung und Durchführung einer Abfallkampagne entspricht den Anforderungen der BMU-Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /4/ (siehe Kapitel 2.4) und der ESK-Leitlinie /7/.

Zur Verfahrensqualifikation wird der Kampagnenantrag (Anmeldung) durch das KKK oder den mit der Durchführung der Kampagne beauftragten Dienstleister bei der BGE gestellt.

Im Aufsichtsverfahren wird der Kampagnenantrag bei der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde durch das KKK gestellt. Hierbei werden der Aufsichtsbehörde alle Antragsunterlagen, die in der Verfahrensqualifikation eingereicht werden, sowie alle zur Kampagne gehörigen Dokumente der BGE zur Verfügung gestellt. Aufgrund der Verfahrensqualifikation wird der zur Abfallkampagne gehörende Ablaufplan zur Durchführung der Konditionierung vom BGE und der Aufsichtsbehörde freigegeben.

Nach der Konditionierung und Dokumentation der radioaktiven Abfälle erfolgt eine Übergabe der Abfallgebilde an

- das LasmAaZ,
- die TBH II des KKB oder
- ein Zwischenlager außerhalb des Standortes des KKK.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Die Anforderungen für die Zwischenlagerung werden durch die Technischen Annahmebedingungen des jeweiligen Zwischenlagers geregelt. Diese sind bei der Konditionierung der Abfälle zu berücksichtigen und für die jeweilige Abfallkampagne im Ablaufplan entsprechend festzulegen. Der Ablaufplan bildet die Voraussetzungen für die zwischen- und endlagergerechten Konditionierung ab, wird vom Sachverständigen geprüft und vom BGE und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde freigegeben. Hierdurch sowie durch die Vorlage der entsprechenden Dokumentation nach der Konditionierung wird sichergestellt, dass die Anforderungen an die zwischen- und endlagergerechte Konditionierung eingehalten werden.

Die erstellte Dokumentation der Abfallgebinde entsprechend den Anforderungen der Technischen Annahmebedingungen der Zwischenlager bzw. des Bundesendlagers wird dem Sachverständigen des Zwischenlagers bzw. der BGE zur Prüfung vorgelegt. Hiermit wird nachgewiesen, dass die Anforderungen eingehalten werden.

Für das LasmAaZ ist vorgesehen, auch G1-Gebinde anzunehmen.

4.2 Konditionierung

Die Konditionierung der radioaktiven Abfälle erfolgt im Wesentlichen als Konditionierung von

- aktivierten Bauteilen,
- formstabilen Teilen und sonstigen festen, radioaktiven Abfällen,
- nicht brennbaren, festen Mischabfällen,
- brennbaren, festen Mischabfällen,
- Filter- und Verdampferkonzentraten sowie Schlämmen,
- kontaminierten Ölen und anderen brennbaren Flüssigkeiten,
- Sekundärabfällen aus der Rezyklierung von radioaktivem Metallschrott.

In der Reststoff- und Abfallordnung als Bestandteil des RBHB werden die verschiedenen Konditionierungswege detailliert dargestellt und beschrieben.

5 Allgemeine Aspekte bei der Konditionierung von radioaktiven Abfällen

5.1 Qualitätssicherung

Die Basis der Qualitätssicherung bei der Konditionierung radioaktiver Abfälle ist die Anwendung von Standardplänen, in denen Maßnahmen der Qualitätssicherung als Prüfschritte festgelegt sind. Diese Standardpläne werden zur Qualitätssicherung wie folgt angewendet:

- Prüffolge- oder Ablaufpläne für das Einbringen radioaktiver Abfälle in ein Zwischenlager (z. B. TBH II, LasmAaZ)
- Ablaufpläne zur Zwischenlagerung in Einrichtungen des Bundes (BGZ: Ahaus, Gorleben)
- Ablaufpläne zur Endlagerung in Einrichtungen des Bundes (BGE: Schacht Konrad)

Der Anwendung der Ablauf- bzw. Prüffolgepläne müssen die atomrechtliche Aufsichtsbehörde und die BGE im Rahmen der Verfahrensqualifikation zustimmen.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

5.2 Konditionierungsstätten

Die Konditionierung wird vorwiegend am Standort des KKK durchgeführt. Im Einzelfall wird, wenn technische und wirtschaftliche Gründe vorliegen, die externe Konditionierung genutzt. Bei der externen Konditionierung werden die Regelungen des § 94 StrlSchV /2/ beachtet.

Die Durchführung der Konditionierung bedarf der Freigabe durch die BGE und der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde (siehe Kap. 2.4).

5.3 Mischen von radioaktiven Abfällen

Gemäß BMU-Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle /14/ *„dürfen zur Minimierung der Strahlenexposition und der Beförderung radioaktiver Stoffe sowie im Hinblick auf eine optimale Ausnutzung von Verarbeitungs- oder Endlagerkapazitäten verschiedenartige oder aus verschiedener Herkunft stammende radioaktive Abfälle gemischt werden. In diesem Falle ist zu gewährleisten, dass den Anliefernden Abfälle... in vergleichbarer Art und Menge zurückgeliefert werden.“*

In der Anlage 3 der BMU-Richtlinie „Anwendung des Äquivalenzprinzips beim Mischen von radioaktiven Abfällen“ wird festgelegt, dass radioaktive Abfälle gemischt werden können, *„wenn z. B.*

- *eine Reduzierung der Strahlenbelastung erreicht werden kann,*
- *die Anzahl herzustellender Abfallgebände reduziert werden kann,*
- *die Zusammensetzung der Zwischenprodukte im Hinblick auf ihre Verarbeitung verbessert werden kann.“*

„Das Mischen ist nur zulässig, wenn

- *es im Abfallbehälter zwischen den vermischten Substanzen zu keiner störenden chemischen Wechselwirkung kommt,*
- *die Vorbehandlung und Konditionierung zu Abfallgebänden immer so erfolgt, dass Endlagerungsbedingungen auch unter Berücksichtigung ggf. weiterer Verfahrensschritte eingehalten werden können,*
- *die Anforderungen an die Abfallprodukte und -behälter für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen eingehalten werden, und wenn*
- *die mengen- und aktivitätsmäßige Aufteilung des vorbehandelten oder konditionierten Abfalls hinsichtlich der Herkunft oder konditionierten Abfalls hinsichtlich der Herkunft des Anteils der Beimischung nachprüfbar ist.“*

Betroffen sind hier v. a. bereits vorhandene Betriebsabfälle, die aus der Zwischenlagerung kommen und weiter behandelt werden sollen.

Weiterhin wird in /14/ festgelegt, dass der Konditionierer vor dem Vermischen die Zustimmung des Abfall- bzw. Zwischenprodukteigentümers einzuholen hat. Anschließend ist das weitere Vorgehen zu vereinbaren, und der Mischungsvorgang ist zu dokumentieren.

Bezüglich einer möglichen Querkontamination heißt es in der BMU-Richtlinie /14/:

„Abfallprodukte, die nur eine durch die verfahrenstechnische Behandlung bedingte Querkontamination aufweisen, gelten als unvermischt.“

Letztlich wird in /14/ festgelegt, dass bezüglich der Vergleichbarkeit der Art und Menge der vom Konditionierer zurückgelieferten Abfälle die Summenformel gemäß Anlage 4 der BMU-Richtlinie /14/ angewendet werden kann. Im Einzelfall ist die Anwendbarkeit der Aktivitätsgrenzwerte zu prüfen.

6 Lagerung und Transportbereitstellung

Das Konzept des KKK in Bezug auf Lagerung und Transport radioaktiver Stoffe wird im Fachbericht /14/ detailliert dargestellt.

6.1 Lagerung

Sollen behandelte radioaktive Abfälle im KKK gelagert werden, stehen Lagermöglichkeiten in den folgenden Räumen zur Verfügung:

- ZC01.01 „Lager für stark aktivierte Teile“
- ZC01.02 „Lager für stark aktivierte Teile“
- ZC01.05 „Fasslager/Konzentratlager“
- ZC01.11 „Lager für leicht aktive Teile“
- ZW42.03 „Lagerplatz für aktiviertes Öl“
- ZW42.06 „Fasslager für nichtbrennbare Abfälle“
- ZW42.10 „Lagerplatz für brennbare Mischabfälle in Behältern“

6.2 Transportbereitstellung

Sollen behandelte radioaktive Abfälle zur Zwischen- oder Endlagerung oder externen Behandlung transportiert werden, stehen im KKK folgende Flächen zur Transportbereitstellung zur Verfügung:

- Feststofflager ZC03, ZC01.01
- Reaktorgebäude ZA03.15
- Maschinenhaus ZF02.68
- Lagergebäude ZW42.09/10
- Pufferflächen
- Stellflächen im Überwachungsbereich

7 Abgabe an die BGZ

Für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung wird eine Einrichtung des Bundes zur Verfügung stehen.

Spätestens mit der Feststellung der G2-Qualität der Abfallgebinde durch die BGE erfolgt der Eigentumsübergang an die BGZ.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

8 Abfallflussverfolgung und Produktkontrolle/Dokumentation

Für die elektronische Buchführung der für die Abfallflussverfolgung und Produktkontrolle relevanten Daten wird gemäß den Regelungen der AtEV /8/ ein elektronisches Buchführungssystem angewendet. Ebenfalls werden die Anforderungen des § 85 StrISchV /2/ erfüllt.

Radioaktive Reststoffe, die als radioaktiver Abfall für ein Endlager vorgesehen sind, werden in das elektronische Buchführungssystem AVK übernommen.

Zur Erfüllung der Anforderungen der AtEV /8/ zum Nachweis von Anfall und Verbleib von radioaktiven Abfällen werden die Daten im AVK aufgenommen.

Im Rahmen der Konditionierung radioaktiver Abfälle wird sichergestellt, dass alle für eine Endlagerung notwendigen Nachweise erbracht werden. Hierzu werden alle Dokumente erstellt, die von einem zugestimmten Ablauf-/Prüfplan für die Endlagerung bzw. Zwischenlagerung gefordert werden. Die Dokumente müssen so erstellt werden, dass alle Anforderungen, die durch die Technischen Annahmebedingungen des Zwischenlagers und auch des Endlagers gefordert werden, erfüllt sind.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

9 Begriffsbestimmungen

Abfall, konventionell	Gemäß KrWG Stoffe oder Gegenstände, derer sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung, d. h. es handelt sich um radioaktive Reststoffe, die durch Einhalten der Freigabewerte gemäß StrlSchV als gewöhnliche Abfälle nach dem konventionellen Abfallrecht abgegeben werden können.
Abfall, radioaktiv	Stoffe (im Sinne AtG § 2 Abs. 1 und 2), die nicht schadlos verwertet, sondern geordnet beseitigt werden (gemäß AtG § 9a, Abs. 1, Nr. 2).
Abfallgebinde	Endzulagernde Einheit aus Abfallprodukt und Abfallbehälter.
Aktivierung	Umwandlung stabiler in instabile, radioaktive Stoffe (Radionuklide) durch Bestrahlung.
Aktivität	Anzahl der Kernumwandlungen pro Zeiteinheit (Einheit Bq = eine Kernumwandlung pro Sekunde).
Anlagenteil	Verfahrenstechnisches oder elektrotechnisches System, Systemteil, Komponente oder Baugruppe eines Systems, Gebäude, Gebäudeteil usw.
Bearbeitung	Zerlegung, Sortierung, Sammlung, vorübergehende Lagerung und Dekontamination von radioaktiven Reststoffen sowie Aktivitätsmessungen an radioaktiven Reststoffen.
Behandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Kompaktieren, Verfestigen, Vergießen, Trocknen) und das Verpacken der Abfallprodukte.
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Endlager	Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden.
Freigabe	Freigabe ist ein Verwaltungsakt, der die Entlassung radioaktiver Stoffe sowie beweglicher Gegenstände, von Gebäuden, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen, die aktiviert oder mit radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes und darauf beruhender Rechtsverordnungen sowie verwaltungsbehördlicher Entscheidungen zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung, Innehabung oder zu deren Weitergabe an einen Dritten als nicht radioaktive Stoffe bewirkt, als <ul style="list-style-type: none"> - uneingeschränkte Freigabe gemäß § 35 StrlSchV, - spezifische Freigabe gemäß § 36 StrlSchV, Freigabe im Einzelfall gemäß § 37 StrlSchV.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Freigabewerte	Gesetzliche Vorgaben für die massen- oder flächenbezogene Aktivität eines Radionuklides, die einzuhalten ist, damit das Messgut freigegeben werden kann, sind in der StrlSchV (Anlagen 4 und 8) festgelegt..
Konditionierung	Behandlung radioaktiver Abfälle nach definierten Verfahren mit dem Ziel der Herstellung zwischen- und / oder endlagerfähiger Abfallgebände.
Kontamination	<p>Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen</p> <p>a) Oberflächenkontamination: Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen, die die nicht festhaftende, die festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene Aktivität umfasst (Einheit: Becquerel pro cm²)</p> <p>b) Oberflächenkontamination, nicht fest haftende: Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen, bei denen eine Weiterverbreitung der radioaktiven Stoffe nicht ausgeschlossen werden kann.</p>
Kontrollbereich	Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 15 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 150 mSv erhalten können.
Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung - LasmAaZ	Eigenständiges Bauwerk am Standort KKK, in dem nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle bis zu ihrem Abtransport in das Endlager des Bundes zwischengelagert werden können.
Nuklid	Ein Nuklid ist eine durch seine Protonen- und Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierte Atomart.
Nuklidvektor	Liste der auf 100% normierten Aktivitätsanteile von Radionukliden in oder auf einem Material, welche für die Entscheidungsmessung relevant sind.
Pufferlagerflächen	Flächen innerhalb des Überwachungsbereichs, die gemäß Flächennutzungsplan für die Pufferlagerung festgelegt sind.
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.
Radioaktive Stoffe	Kernbrennstoffe oder sonstige radioaktive Stoffe, die ein Radionuklid oder mehrere Radionuklide enthalten und deren Aktivität oder spezifische Aktivität im Zusammenhang mit der Kernenergie oder dem Strahlenschutz nicht außer Acht gelassen werden kann.
Restbetrieb	Unter Restbetrieb versteht man den Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme sowie den Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Restbetriebshandbuch	Anweisungen für das Personal für den Restbetrieb der Anlage KKK und den Abbau von Anlagenteilen, einschließlich der Betriebsordnungen.
Reststoffe, nicht radioaktiv	Bei der Stilllegung und dem Abbau anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind.
Reststoffe, radioaktiv	Radioaktive Reststoffe sind radioaktive Stoffe, ausgebaute oder abgebaute 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 Feststellung, dass er dem radioaktiven Abfall zuzuordnen ist. 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 bzw. nach Abklinglagerung gemäß Teil 2 Kapitel 3 StrlSchV freigegeben werden.
Stauflächen	Flächen in Räumen des Kontrollbereiches, auf denen die in Abfallbehältern gesammelten <ul style="list-style-type: none"> - festen radioaktiven Abfälle, Bauteile oder Komponenten sowie radioaktiv kontaminierte Werkzeuge und Geräte bis zur Weiterbehandlung, - radioaktiven Reststoffe bis zur Weiterbearbeitung zeitlich begrenzt gelagert werden.
Strukturen, Systeme und Komponenten	Gesamtmenge aller Anlagenteile
System	Zusammenfassung von Komponenten zu einer technischen Einrichtung, die als Teil der Anlage selbstständige Funktionen ausführt.
Überwachungsbereich	Betrieblicher Bereich, der nicht zum Kontrollbereich gehört, in denen Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 50 mSv für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 50 mSv erhalten können.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

10 Quellenangaben

- /1/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz), Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 3a des Gesetzes vom 28. April 2020 (BGBl. I S. 960) geändert worden ist
- /2/ Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. März 2020 (BGBl. I S. 748) geändert worden ist
- /3/ BfS, Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 2014) – Endlager Konrad
- /4/ BMU, Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle, Fassung vom 19. November 2008
- /5/ KKK, Sicherheitsbericht – Stilllegung und Abbau Kernkraftwerk Krümmel
- /6/ ESK, Empfehlung der ESK „Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen“, Fassung vom 05.11.2020
- /7/ ESK, Empfehlung der ESK „ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“, revidierte Fassung vom 10.06.2013
- /8/ Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle (Atomrechtliche Entsorgungsverordnung – AtEV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2172)
- /9/ (BfS, Endlager Konrad, Produktkontrolle radioaktiver Abfälle, radiologische Aspekte – Endlager Konrad – Stand: Oktober 2010
- /10/ BfS, Endlager Konrad, Produktkontrolle radioaktiver Abfälle, stoffliche Aspekte – Endlager Konrad – Stand: Oktober 2010
- /11/ KTA, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 3604 „Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken, aktuelle Fassung
- /12/ Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 3b des Gesetzes vom 28. April 2020 (BGBl. I S. 960) geändert worden ist
- /13/ KKK, Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung und Abbau Kernkraftwerk Krümmel, 24. August 2015
- /14/ KKK, Genehmigungsverfahren Stilllegung und Abbau, Fachbericht U_7.5 „Lagerung und Transport radioaktiver Stoffe“
- /15/ Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und radioaktiver Abfälle vom 19. November 2008 (BAnz 2008, Nr. 197, S. 4777), Rundschreiben des BMU vom 19.11.2008 – RS III 3 – 17031-4/1

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.