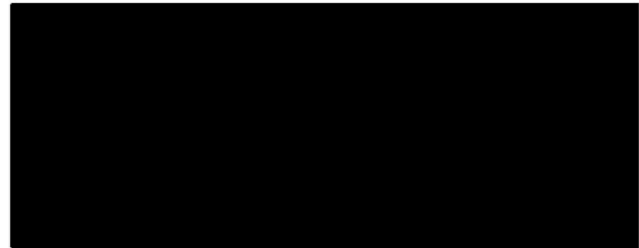


Profil

Thema/Anlass

30.03.2021	a
Datum	Revision

**Genehmigungsverfahren Stilllegungs- und Abbaugenehmigung
Fachbericht U_7.2
Konzept zur radiologischen Charakterisierung der Anlage KKK in Hinblick auf den Rückbau**



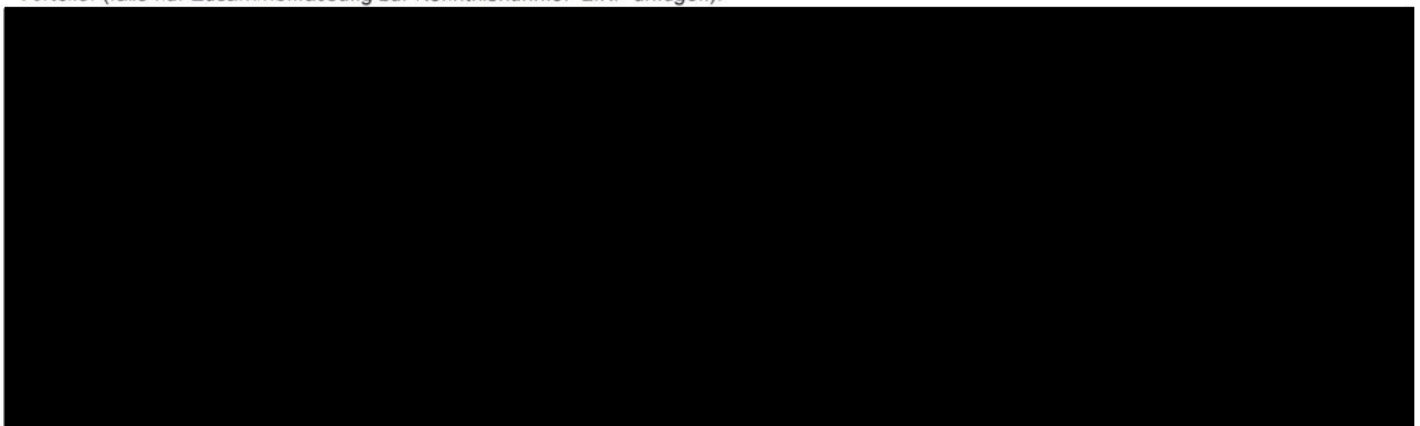
Zusammenfassung Textseiten 20 Anlagen

Der vorliegende Arbeitsbericht legt als Fachbericht und Genehmigungsunterlage die grundlegenden Aspekte der radiologischen Charakterisierung dar. Ausgangspunkt hierfür ist die Zusammenstellung relevanter Anforderungen an die radiologische Charakterisierung, wie sie in den aktuell gültigen Regelwerksunterlagen für kerntechnische Anlagen formuliert werden.

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

	Geprüft	Geprüft	Geprüft	Freigegeben
Name:				
Abt.-Kurzz.:				
Datum:				
Unterschrift:				

Verteiler (falls nur Zusammenfassung zur Kenntnisnahme: "z.K." anfügen):



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
2	Geltungsbereich	5
3	Anforderungen des Regelwerkes an die Freigabe von radioaktiven Reststoffen.....	6
3.1	Strahlenschutzgesetzgebung	6
3.2	ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen.....	6
3.3	DIN 25457	7
4	Zeitpunkt der Probenahme	7
5	Struktur und Ablauf der radiologischen Charakterisierung	8
5.1	Vorlaufende radiologische Charakterisierung	8
5.2	Radiologische Charakterisierung des Abbaubereiches.....	8
5.3	Radiologische Charakterisierung während des Abbaus.....	9
5.4	Radiologischer Arbeitsschutz	9
6	Erstellung des Probenahmeplans.....	10
6.1	Radioaktive Reststoffe für die Freigabe.....	10
6.2	Radioaktiver Abfall	10
6.3	Bodenflächen	11
7	Durchführung der Beprobung	11
8	Durchführung der Messung	12
8.1	Messverfahren.....	12
8.2	Umfang der gammaspektrometrischen Analyse	12
8.3	Qualitätsanforderungen	12
8.4	Bestimmung von alpha- und betastrahlenden Nukliden	13
9	Auswertung und Verwendung der Ergebnisse.....	13
9.1	Festlegung des vorläufigen Entsorgungszieles.....	13
9.2	Freigabe.....	13
9.2.1	Vorbemerkungen.....	13
9.2.2	Anlagenweite Charakterisierung (vorlaufend)	14
9.2.3	Systemweise Charakterisierung (zeitnah).....	14
9.2.4	Charakterisierung anhand des Dekontaminationsabtrags.....	15
9.2.5	Charakterisierung bei Dekontamination durch Einschmelzen sowie von Flüssigkeiten	15
9.3	Radioaktiver Abfall	15
10	Dokumentation und Aufbewahrung.....	16
11	Begriffsbestimmungen.....	17
12	Quellenangaben	20

Abkürzungsverzeichnis

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

AKZ	Anlagenkennzeichen
AtG	Atomgesetz
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
BHB	Betriebshandbuch
DIN	Deutsches Institut für Normung
ESK	Entsorgungskommission
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
RBHB	Restbetriebshandbuch
StrISchG	Strahlenschutzgesetz
StrISchV	Strahlenschutzverordnung

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 den Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung und Abbau gestellt /8/. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens wurde der Sicherheitsbericht /1/ vorgelegt. Mit Fachberichten zum Sicherheitsbericht werden die Darstellungen im Sicherheitsbericht weiter vertieft.

Der vorliegende Fachbericht legt die grundlegenden Aspekte der radiologischen Charakterisierung dar.

Zur Vorbereitung von Stilllegung und Abbau des Kernkraftwerks Krümmel werden radiologische Daten benötigt. Im ersten Schritt werden damit die Grundlagen für den Abbau und die Entsorgung geschaffen.

Für die Planung von Abbaumaßnahmen erfolgt eine Abschätzung der Massen und die Bestimmung der radiologischen Zustände aller Systeme im Kontrollbereich. Diese dienen gemeinsam mit anderen Informationen - wie z. B. der Materialart, der Oberflächenbeschaffenheit und der Geometrie - einer vorläufigen Zuordnung der radioaktiven Reststoffe zu einem Entsorgungsziel.

Außerhalb des Kontrollbereiches erfolgt keine radiologische Charakterisierung, da hier grundsätzlich nicht das Freigabeverfahren, sondern die Herausgabe vorgesehen ist.

Die anzusetzende radiologische Beschaffenheit der Stoffe im Überwachungsbereich resultiert aus den bekannten Kontaminationspfaden Verschleppung und Fortluft, so dass eine tiefergehende radiologische Charakterisierung im Überwachungsbereich nicht erforderlich ist.

Die Beteiligung der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde ist jeweils vor Abbau eines Systems im Rahmen des aufsichtlichen Verfahrens vorgesehen.

Der vorliegende Bericht beschreibt die Vorgehensweise zur Gewinnung der für die Durchführung des Abbaus erforderlichen Daten, speziell für die Festlegung von Nuklidvektoren für die Freigabe.

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

2 Geltungsbereich

Der Geltungsbereich des in der vorliegenden Unterlage beschriebenen Konzeptes zur radiologischen Charakterisierung umfasst

- alle Gebäude und Gebäudeteile des Kontrollbereichs mit allen darin enthaltenen Stoffen, Materialien, beweglichen Gegenständen, Anlagen bzw. Systemen oder Teilen von Anlagen bzw. Systemen,
- alle Stoffe, Materialien, beweglichen Gegenstände, Gebäude und Gebäudeteile, Anlagen bzw. Systeme oder Teile von Anlagen bzw. Systemen außerhalb des Kontrollbereichs, die abweichend zum grundsätzlich anzuwendenden Herausgabeverfahren einem Freigabeverfahren zugeführt werden.

Die Vorgaben dieses Konzeptes werden auf Stoffe, Materialien, bewegliche Gegenstände, Teile von Gebäuden, Anlagen bzw. Systeme oder Teile von Anlagen bzw. Systemen, die in einer kerntechnischen Anlage wiederverwendet oder verwertet werden sollen, nur soweit angewendet, wie dies für den radiologischen Arbeitsschutz oder zur Wiederverwendung oder Verwertung erforderlich ist.

Der Geltungsbereich dieses Konzeptes umfasst nicht Stoffe, Materialien, Gebäude, Gebäudeteile oder Bodenflächen sowie Bodenaushub, die herausgegeben werden können, da das Herausgabeverfahren sich auf nichtradioaktive Stoffe aus Überwachungsbereichen bezieht. Deshalb ist für die betroffenen nichtradioaktiven Materialien auch keine Charakterisierung gemäß diesem Konzept erforderlich. Auch die Herausgabe der Gebäudeaußenflächen von Kontrollbereichsgebäuden fällt nicht in den Geltungsbereich dieses Konzeptes.

Zur Aufhebung des KKK-Überwachungsbereiches werden vor Entlassung aus dem AtG alle Bodenflächen dem Freigabeverfahren unterworfen. Die radiologische Charakterisierung von Bodenflächen, die dem Freigabeverfahren nach § 36 (1) Nr. 1 und 2 StrlSchV /2/ zugeführt werden sollen, wird im Einzelnen im Aufsichtsverfahren im Zuge des Abbaus geregelt. Zur radiologischen Charakterisierung von Bodenflächen wird im Abschnitt 6.1 das konzeptionelle Vorgehen beschrieben.

Bewegliche Gegenstände, die nach § 58 (2) StrlSchV /2/ herausgebracht werden, gehören ebenfalls nicht zum Geltungsbereich dieses Konzeptes.

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

3 Anforderungen des Regelwerkes an die Freigabe von radioaktiven Reststoffen

3.1 Strahlenschutzgesetzgebung

Alle Anforderungen an die radiologische Charakterisierung sind in der Strahlenschutzverordnung geregelt.

Mit der Strahlenschutzverordnung werden internationale Standards in nationales Recht überführt. Insbesondere im Teil 2 Kapitel 3 „Freigabe“ (§§ 31 bis 42) StrlSchV /2/ und in den dazugehörigen Anlagen sind die Regelungen für die Freigabe aufgeführt.

Im Teil 2 Kapitel 3 §§ 35 und 36 Nr. 1 bis 6 sind für verschiedene Materialien unterschiedliche Freigabeoptionen mit zugehörigen Freigabewerten, teilweise mit weiteren Festlegungen, festgelegt sowie charakteristische Randbedingungen des Freigabeverfahrens aufgeführt. Basis hierzu sind die Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV /2/ sowie die zugehörigen Festlegungen gemäß Anlage 8.

Für die radiologische Charakterisierung ist der Verweis auf die Anlagen 4 und 8 von besonderer Bedeutung, da hiermit eine Auswertung der Messergebnisse mit Bezug zu nuklidspezifischen Freigabewerten vorgeschrieben wird. Da die Entscheidungsmessungen überwiegend mit nicht nuklidspezifischer Messtechnik ausgeführt werden, werden in Freigabeverfahren Nuklidvektoren angewendet, auf deren Basis die Gesamt-Gamma-Aktivität oder die Gesamt-Beta-Aktivität mit den Freigabewerten verglichen werden können.

3.2 ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen

In den ESK-Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen /3/ wird im Kapitel 5 „Struktur und Ablauf der radiologischen Charakterisierung“ Folgendes ausgeführt:

„Die erforderliche Detaillierung und Genauigkeit der radiologischen Charakterisierung hängt von deren Zielrichtung im Verlauf der Stilllegung ab. Der erste Schritt der radiologischen Charakterisierung dient der Schaffung von Grundlagen für das Entsorgungskonzept und das Abbaukonzept (z. B. Aktivitätsinventar, Störfälle, Abbaustrategie, mögliche Freigabe von Gebäuden und Standort). [...] Es ist darüber hinaus – soweit für das Abbaukonzept erforderlich – zu prüfen, ob und wie tief Kontamination in Gebäudestrukturen eingedrungen ist. Hier bietet es sich an, bereits frühzeitig zu prüfen, ob tief eingedrungene Kontamination oder Aktivierung abweichende Vorgehensweisen beim Abbau der Anlage nach sich ziehen könnten (statisch relevante Betonstrukturen im Bereich des Sicherheitsbehälters, Boden- und tragende Wandflächen in sehr hoch kontaminierten Räumen). Weitere Untersuchungen zum Eindringverhalten, die keinen Einfluss auf die Durchführung des Gesamtvorhabens haben, können zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen.“

Spätere Schritte der radiologischen Charakterisierung während der Durchführung des Abbaus dienen der Planung konkreter Maßnahmen zum Schutz vor äußerer und innerer Strahlenexposition, der Auswahl optimierter Abbau-, Zerlege- und Dekontaminationsverfahren, der Validierung berechneter Aktivitäten radioaktiver Abfälle sowie der Festlegung endgültiger Nuklidvektoren und abdeckender Messgeometrien für die Freigabe.

Insgesamt ist der Detaillierungsgrad der radiologischen Charakterisierung im Rahmen der Stilllegungsplanung niedriger als während des Abbaus der Anlage.“

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

3.3 DIN 25457

Die DIN 25457 „Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen“ /5/ enthält detaillierte Angaben zum Stand der Technik für die radiologische Charakterisierung im Freigabeverfahren. Der Umfang und die Detaillierung dieser Angaben entsprechen der Regelungstiefe, die in der Freigabegenehmigung und den zugehörigen Ausführungsanweisungen realisiert wird. Deshalb wird hier auf die Wiedergabe des entsprechenden Textes der DIN 25457 /5/ verzichtet.

4 Zeitpunkt der Probenahme

Die radiologische Beprobung der Anlage bzw. von Anlagensystemen erfolgt so, dass die Analyseergebnisse vor Beginn der Abbaumaßnahme oder vor den jeweiligen Demontageschritten vorliegen, sofern die Probenahme nicht demontagebegleitend durchgeführt werden muss. Dies wäre z. B. aufgrund fehlender Zugänglichkeit oder aus Gründen des radiologischen Arbeitsschutzes der Fall.

Damit erfolgt die

- vorlaufende radiologische Charakterisierung,
- radiologische Charakterisierung des Abbaubereiches,
- radiologische Charakterisierung während des Abbaus

zu unterschiedlichen Zeitpunkten.

Wird eine Dekontamination durchgeführt, so erfolgt die Probenahme grundsätzlich vor dieser Maßnahme, sofern eine Veränderung des Nuklidvektors nicht zu unterstellen ist. Verändert sich der Nuklidvektor infolge der Dekontamination, wird im Anschluss daran beprobt. Anlagenbereiche, die einer Systemdekontamination unterzogen wurden, werden nach Abschluss dieser Maßnahme beprobt.

Bei Flüssigkeiten und bei Metallen, die zum Zeitpunkt der Probenahme als Schmelze vorliegen, kann die Probe aus der jeweiligen flüssigen Phase entnommen werden. Dies gilt auch für Proben aus dem Dekontabtrag. Weitere Probenahmen sind in diesen Fällen nicht erforderlich.

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

5 Struktur und Ablauf der radiologischen Charakterisierung

Die radiologische Charakterisierung erfolgt in den Phasen

- vorlaufende radiologische Charakterisierung,
- radiologische Charakterisierung des Abbaubereiches und
- radiologische Charakterisierung während des Abbaus.

5.1 Vorlaufende radiologische Charakterisierung

Die vorlaufende radiologische Charakterisierung dient der Ableitung von anlagenweiten Hochrechnungsfaktoren zur Bestimmung von Radionukliden, die gammaspektrometrisch nicht oder nur sehr aufwendig erfassbar sind und zur Bildung eines vordefinierter Satzes von Nuklidvektoren.

Die vorlaufende radiologische Charakterisierung basiert auf Bewertungen anhand der Systeme, der zugehörigen Fahrweisen, der Betriebshistorie sowie der vorliegenden Kenntnisse über den radiologischen Zustand der Anlage, welche bei Bedarf mit Hilfe von Dosisleistungsmessungen und ggf. Probenahmen an ausgewählten Stellen konkretisiert werden können.

Eine erste Prognose des voraussichtlichen Entsorgungsziels kann im Zuge der vorlaufenden radiologischen Charakterisierung bereits während der Stilllegungsvorbereitung erfolgen. Für die Prognose des voraussichtlichen Entsorgungsziels können ggf. auch Berechnungen herangezogen werden.

Die Ergebnisse der vorlaufenden radiologischen Charakterisierung sind im aufsichtlichen Verfahren zur Prüfung einzureichen.

Die weitere radiologische Charakterisierung erfolgt bezogen auf das jeweilige Vorhaben.

5.2 Radiologische Charakterisierung des Abbaubereiches

Unter Abbaubereich im Sinne der radiologischen Charakterisierung versteht man die Anlagenteile, die im Rahmen einer bestimmten Abbaumaßnahme gemäß Abbauantrag abgebaut und der Entsorgung zugeordnet werden sollen. Ziel der radiologischen Charakterisierung des Abbaubereiches ist die Zuordnung der in diesem Abbaubereich anfallenden Reststoffe zu den vordefinierten Nuklidvektoren und die Ermittlung des vorläufigen Entsorgungsziels.

Grundlegend für diesen Prozessschritt ist die Erstellung des Probenahmeplans. Anzahl und Arten der zunehmenden Proben sowie die exakten Probenahmeorte werden während einer Systembewertung definiert.

Der Probenahmeplan wird anhand der Betriebshistorie der Gesamtanlage, der komponentenspezifischen Verfahrenstechnik sowie ggf. aus besonderen radiologischen Vorkommnissen während des Anlagenbetriebes abgeleitet.

Die Art und die relevanten Eigenschaften der in den Komponenten eingesetzten Werkstoffe werden bei der Bewertung berücksichtigt. Die Auswahl der Probenahmeorte kann unterstützt werden durch orientierende Dosisleistungs- und Kontaminationsmessungen mit entsprechenden Messgeräten.

Die Anzahl und die Art der Proben orientieren sich an dem voraussichtlichen Entsorgungsziel. Soll der radioaktive Reststoff dem radioaktiven Abfall zugeführt werden, so wird der Probenahmeplan anhand der Anforderungen aus der vorgesehenen Abfallkampagne erstellt.

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

Nach Erstellung des Probenahmeplans beginnt die eigentliche Beprobung an den festgelegten Probenahmeorten. Proben werden in der Regel gammaspektrometrisch analysiert. Parallel zur Analyse kann die Prüfung des Abbauantrages erfolgen.

Für die Bestimmung von Radionukliden, die gammaspektrometrisch nicht oder nur sehr aufwendig erfassbar sind, werden anlagenweit gültige Hochrechnungsfaktoren herangezogen. Ist die Gültigkeit eines oder mehrerer Hochrechnungsfaktoren im konkreten Fall nicht begründet, so werden diese Nuklide mittels Sondernuklidanalysen bewertet.

In der Regel wird erst nach der Zuordnung des abzubauenen Materials gemäß Abbauantrag zu den vordefinierten Nuklidvektoren mit dem eigentlich Abbau begonnen.

5.3 Radiologische Charakterisierung während des Abbaus

Eine radiologische Charakterisierung während des Abbaus erfolgt nur, wenn vor dem Abbau eine vollständige radiologische Charakterisierung des Abbaubereiches nicht möglich war, z. B. weil aufgrund fehlender Zugänglichkeit oder aus Gründen des radiologischen Arbeitsschutzes eine Beprobung vor dem Abbau nicht möglich ist.

Ist aus den vorgenannten Gründen eine radiologische Charakterisierung während des Abbaus erforderlich, muss die Zuordnung des abgebauten Materials vor der Reststoffbearbeitung zu einem Nuklidvektor erfolgen.

5.4 Radiologischer Arbeitsschutz

Anforderungen an den radiologischen Arbeitsschutz und seine Umsetzung ergeben sich aus der Strahlenschutzordnung und der Instandhaltungs- und Abbauordnung des KKK.

Der radiologische Arbeitsschutz basiert im Wesentlichen auf folgenden Sachverhalten:

- Kenntnisse über den radiologischen Zustand des KKK
- Ortsdosisleistung im vorgesehenen Arbeitsbereich
- abwischbare Kontamination
- Ergebnisse von Probenahmen und entsprechenden Analysen

Die Ergebnisse der radiologischen Charakterisierung können zur Verifizierung der Maßnahmen des radiologischen Arbeitsschutzes herangezogen werden.

Die radiologischen Verhältnisse im Arbeitsbereich werden regelmäßig überprüft, um bei Bedarf die Strahlenschutzmaßnahmen rechtzeitig im erforderlichen Umfang anzupassen.

6 Erstellung des Probenahmeplans

6.1 Radioaktive Reststoffe für die Freigabe

Ausgangspunkt für die Erstellung des Probenahmeplans für radioaktive Reststoffe, welche für die Freigabe vorgesehen sind, ist die Bewertung der Systeme. Zunächst wird der Bereich abgegrenzt, für den die Charakterisierung abdeckend sein soll. Neben den physischen Grenzen von

- Gebäuden und Räumen sowie
- technischen Systemen (z. B. Behälter, Rohrleitungen, Gehäuse)

kommen für die Definition der Bereichsgrenzen signifikante Änderungen mit folgenden Kriterien infrage:

- Werkstoffzusammensetzung
- Oberflächenbeschaffenheit
- Aktivierungsbedingungen (z. B. Reichweite der Neutronen)
- Ausbreitungs- und Transportwege (z. B. Wasser-, Dampfkreisläufe oder Lüftungsstränge)
- chemische Parameter von Betriebsmedien
- physikalische Parameter (z. B. Strömungsgeschwindigkeit, Temperatur, Druck oder Aggregatzustand)
- radiologische Randbedingungen (Beeinflussung z. B. durch mechanische oder chemische Filter/Ionenaustauscher)

Für verschiedene Systeme oder Räume kann die Charakterisierung auch gemeinsam erfolgen, wenn in ihnen in einem oder mehreren der oben genannten Kriterien gleiche Bedingungen herrschen. In diesem Fall ist der Probenahmeplan so zu erstellen, dass alle durch die oben genannten Kriterien voneinander abgegrenzten Bereiche durch jeweils mindestens eine Probe erfasst sind.

Bei der Auswahl der Probenahmeorte werden Erkenntnisse aus der Betriebshistorie berücksichtigt. Dies betrifft beispielsweise

- die Fahrweise der Systeme,
- Wartung und Instandhaltung (z. B. Öffnung, Reinigung oder Austausch von Komponenten) sowie
- betriebliche Ereignisse, wie z. B. Leckagen mit möglichen Fixierungen aufgetretener Kontamination.

Die Betriebshistorie (einschließlich der Erfahrungen der Mitarbeiter) wird von der Inbetriebsetzung bis zum Zeitpunkt der Erstellung des Probenahmeplans berücksichtigt. Dabei ist es ausreichend, nur solche Ereignisse zu berücksichtigen, die radiologisch relevante Beiträge zur Kontamination oder zur Aktivierung geleistet haben.

Der Probenahmeplan ist im aufsichtlichen Verfahren zur Prüfung einzureichen.

6.2 Radioaktiver Abfall

Sofern erforderlich richtet sich der Probenahmeplan für radioaktive Abfälle nach den Anforderungen aus der jeweiligen Abfallkampagne. Die in Kapitel 6.1 aufgeführten Kriterien können dabei zur Orientierung herangezogen werden.

Bei Abfällen, deren Aktivität durch die Aktivierung bestimmt wird, ist die Werkstoffzusammensetzung von besonderer Bedeutung. Diesbezüglich können Angaben aus der Dokumentation zur Errichtung der Anlage oder Analyseergebnisse von Werkstoffproben herangezogen werden.

6.3 Bodenflächen

Für die radiologische Charakterisierung von Bodenflächen werden die zu untersuchenden Flächen mit den oberirdischen Strukturen und den unterirdischen Wirtschaftssystemen (Kabeltrassen, Regenwasser- und Abwasserkanalisation) nach der DIN 25457-7 /5/ behandelt. Dies bedeutet beispielsweise, dass

- die Betriebshistorie (einschließlich der Erfahrungen der Mitarbeiter) dargestellt und bewertet wird,
- der Nuklidvektor festgelegt und mittels Voruntersuchungen verifiziert wird,
- die Hochrechnungs- und Korrelationsfaktoren für die gammaspektrometrisch nicht messbaren Nuklide bestimmt werden,
- die zu messenden Flächen in geeignete Raster eingeteilt und
- die innerhalb der Rasterflächen vorgesehenen Probenahmeorte für die gammaspektrometrischen Messungen inklusive der Bestimmung der Tiefenprofile festgelegt und im Probenahmeplan dargestellt werden.

7 Durchführung der Beprobung

Für die Probenahme können in Abhängigkeit vom zu beprobenden Material und vom Beprobungsziel verschiedene Beprobungsverfahren angewendet werden. Damit werden beispielsweise folgende Probenarten gewonnen:

- Kratzproben
- Spanproben
- Bohrmehlproben
- Stockerproben
- Werk- und Baustoffproben
- Schlamm- und Schüttgutproben
- Flüssigkeitsproben
- Metallschmelzproben
- Wischtestproben
- Bodenproben

Die Probenahmen erfolgen entsprechend den Festlegungen des Probennahmeplans. Die gewählten Beprobungsverfahren müssen für die jeweilige Zielsetzung geeignet sein. Sie dürfen die Nuklidverhältnisse der zu analysierenden Nuklide nicht verändern. Die zu analysierenden Nuklide werden bei der Wahl der Probenahmetechnik berücksichtigt.

Bei Flüssigkeiten, Metallschmelzen oder Dekontaminationsabtrag kann die Probe aus den genannten Medien entnommen werden. Dabei muss die Probe repräsentativ sein für das gesamte beprobte Medium.

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

8 Durchführung der Messung

8.1 Messverfahren

Folgende Untersuchungsverfahren liefern nuklidspezifische Ergebnisse und kommen für die Probenauswertung in Betracht:

- Gamma-Spektrometrie
- nuklidspezifische Beta-Messungen von Sondernukliden nach radiochemischer Auftrennung
- nuklidspezifische Alpha-Messungen von Sondernukliden nach radiochemischer Auftrennung

Darüber hinaus können für orientierende Untersuchungen integrale Verfahren wie z. B. Dosisleistungsmessungen oder Gesamt-Alpha- und Gesamt-Beta-Messungen herangezogen werden.

8.2 Umfang der gammaspektrometrischen Analyse

Die gammaspektrometrischen Messungen erfolgen vorwiegend mit folgenden Zielstellungen:

- Ermittlung der vorliegenden Radionuklide (Kontamination und ggf. Aktivierung)
- Bestimmung der Aktivität
- Ermittlung der Nuklidverteilung, d. h. der Aktivitätsanteile der verschiedenen Radionuklide an der Gesamtaktivität einer Probe

Beim Einsatz der Nuklidbibliothek (Zusammenstellung der für kontaminierte und für aktivierte Stoffe relevanten Nuklide) müssen solche Nuklide nicht berücksichtigt werden, für die zum Zeitpunkt der Analyse seit Beendigung des Leistungsbetriebs des KKK ein Zeitraum von mindestens 10 Halbwertszeiten vergangen ist.

8.3 Qualitätsanforderungen

Die Messungen und die Probenauswertungen erfolgen ausschließlich mit dafür geeigneten Geräten, die einer Inbetriebsetzungsprüfung unterzogen wurden und wiederkehrend geprüft werden. Ausgewählte Proben können in dafür qualifizierten Laboratorien extern ausgewertet werden.

Die zum Einsatz kommenden radiologischen Messgeräte müssen den Anforderungen der DIN 25457 /5/ sowie sinngemäß den Maßgaben des § 90 StrlSchV /2/ genügen. Insbesondere müssen sie die Anforderungen des Messzwecks erfüllen. Hierzu zählen zum Beispiel die Nachweisgrenze und die Messgenauigkeit sowie die Vermeidung störender Einflüsse durch Untergrundstrahlung und Kontaminationen. Die Geräte müssen regelmäßig auf ihre Funktionstüchtigkeit geprüft und gewartet werden.

Entsprechend den Anforderungen des vorgesehenen Messgeräts werden die Proben vor der messtechnischen Auswertung einer Probenaufbereitung (z. B. Homogenisierung) unterzogen. Soweit erforderlich, werden sie als Teilprobe in eine Standardprobengeometrie überführt.

Je nach Art der Probenahme und der Probenaufbereitung ist nur ein bestimmter Anteil der zu ermittelnden Aktivität in der ausgemessenen Probe enthalten. Dies kommt im Entnahmefaktor zum Ausdruck. Soll die Aktivität von Nukliden - beispielsweise auf kontaminierten Oberflächen - ermittelt werden, so ist dieser Entnahmefaktor zu berücksichtigen. Sofern lediglich die Nuklidverteilung anhand der Verhältnisse der verschiedenen Nuklidaktivitäten untereinander ermittelt werden soll, ist die Berücksichtigung von Entnahmefaktoren nicht erforderlich. In diesem Fall wird davon ausgegangen, dass der Entnahmefaktor für alle zu analysierenden Nuklide gleich ist.

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

8.4 Bestimmung von alpha- und betastrahlenden Nukliden

Bestimmte alpha- und betastrahlende Radionuklide sind gammaspektrometrisch nicht oder nur sehr aufwendig erfassbar. Solche Radionuklide werden mit Hilfe von Hochrechnungsfaktoren bestimmt, die für das KKK anlagenweit qualifiziert werden. Zu ihrer Ermittlung wird eine systemübergreifende repräsentative Beprobung des KKK durchgeführt. In den entnommenen Proben werden die alpha-, die beta- und ggf. auch die gammastrahlenden Nuklide analysiert.

Sofern die Anwendbarkeit der Hochrechnungsfaktoren nicht durch ihren Geltungsbereich gegeben ist, wird sie jeweils gesondert begründet. Dies kann erfolgen

- anhand der Betriebshistorie der betrachteten Systeme,
- aufgrund von Plausibilitätsbetrachtungen oder
- durch Überprüfung der Relation von gammastrahlenden Nukliden, welche repräsentativ für eine Gruppe alpha- oder betastrahlender Nuklide sind, zum zugehörigen Schlüsselnuklid.

9 Auswertung und Verwendung der Ergebnisse

9.1 Festlegung des vorläufigen Entsorgungszieles

Anhand der Mess- und Analyseergebnisse aus der Beprobung zur radiologischen Charakterisierung werden die vorläufigen Entsorgungsziele festgelegt.

Dabei können folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Höhe der Aktivität
- Art und Messbarkeit des Nuklidgemischs
- Dekontaminierbarkeit
- Bauteileigenschaften (z. B. Werkstoff, Wanddicke, Geometrie)

Bis zur tatsächlichen Entsorgung nach unterschiedlichen Bearbeitungs- bzw. Behandlungsschritten (z. B. auf Basis einer Freigabebestätigung für eine Charge oder einer bestätigten Abfallgebindedokumentation) bleibt die Zuordnung zu einem Entsorgungsziel vorläufig.

9.2 Freigabe

9.2.1 Vorbemerkungen

Für die Freigabe wird KKK gemäß § 32 StrlSchV /2/ einen Freigabeantrag im Aufsichtsverfahren stellen. Je nach Beschaffenheit des freizugebenden Materials kommen dabei die in den folgenden Kapiteln erläuterten Varianten einer radiologischen Charakterisierung zur Anwendung. Grundlage aller Varianten ist der Stand der Technik gemäß DIN 25457 /5/.

9.2.2 Anlagenweite Charakterisierung (vorlaufend)

Für das KKK wird ein vordefinierter Satz von Nuklidvektoren abgeleitet. Diese vordefinierten Nuklidvektoren müssen die Bandbreite der radiologischen Verhältnisse der im Kontrollbereich vorhandenen Systeme sowie der Gebäude des Kontrollbereichs erfassen.

Die Ableitung der vordefinierten Nuklidvektoren erfolgt in folgenden Schritten:

- Identifizierung der für KKK relevanten Nuklide
- Ermittlung der Aktivitätsanteile dieser Nuklide und ihrer Variationsbreite
- Auswahl der in die vordefinierten Nuklidvektoren aufzunehmenden Nuklide
- Definition der Nuklidvektoren (Auswahl der Variationsbreite und Schrittweite der Aktivitätsanteile der ausgewählten Nuklide)

Auf Basis der derart vordefinierten Nuklidvektoren werden für die z. B. in der Freimessanlage eingesetzte Messtechnik mit der Freigabe zu vereinbarende Kennzahlen ermittelt. Dies kann beispielsweise diejenige Impulsrate sein, die für die jeweiligen Nuklidvektoren in der Summenformel zu dem hinsichtlich Freigabe ausschöpfenden Wert von eins führt.

Diese Kennzahlen müssen konservativ sein sowohl im Hinblick auf die zu verwendende Messtechnik als auch hinsichtlich der vorgesehenen Freigabeoption.

Anhand der bei der radiologischen Charakterisierung ermittelten Nuklidverteilung wird für jede Probe nach einer im Freigabeverfahren qualifizierten Berechnungsvorschrift jeweils die o. g. Kennzahl bestimmt. Aus den vordefinierten Nuklidvektoren wird dann derjenige ausgewählt, dessen Kennzahl konservativer ist als die Kennzahl der ungünstigsten Probe. Das Abbaumaterial wird diesem Nuklidvektor zugeordnet.

Für den Fall, dass keiner der vordefinierten Nuklidvektoren alle Proben abdeckt, ist entweder der Satz der vordefinierten Nuklidvektoren zu erweitern, oder die Auswertung muss nach einem anderen Modell durchgeführt werden.

9.2.3 Systemweise Charakterisierung (zeitnah)

Bei der systemweisen Charakterisierung der zum Abbau anstehenden Systembereiche wird anhand von Proben jeweils ein Nuklidvektor gebildet. Diese systemspezifischen Nuklidvektoren müssen konservativ sein sowohl in Bezug auf die vorgesehene Messtechnik als auch hinsichtlich der vorgesehenen Freigabeoption.

Für die Bestimmung von systembezogenen Nuklidvektoren werden die folgenden Schritte abgearbeitet:

- Festlegung der grundlegenden Schlüsselnuklide (wie z. B. Co-60 und Cs-137) als Basis, mit denen alle anderen relevanten Radionuklide über Hochrechnungsfaktoren korreliert werden können, und Zusammenstellung der für kontaminierte und für aktivierte Stoffe relevanten Nuklide in einer Nuklidbibliothek
- Ableiten der Aktivitätsanteile der relevanten Radionuklide anhand der gammaspektrometrischen Auswertung der entnommenen Materialproben (d. h. Bestimmung der Radionuklidgemische)
- Berechnung der Nuklidvektoren (durch Mittelwertbildung, auf statistischer Grundlage oder abdeckend)
- Bestimmung weiterer Nuklide mit Schlüsselnuklid-Korrelationen und Hochrechnungsfaktoren
- Bestimmung der für das Freigabeverfahren zu berücksichtigenden Radionuklide

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

Die Festlegung der Schlüsselnuklide und die Erstellung einer Nuklidbibliothek können auch anlagenweit erfolgen. Die Nuklidbibliothek ist dann für alle festzulegenden Nuklidvektoren anwendbar.

Auch bei dem hier beschriebenen Verfahren kann eine Zuordnung von Systemen oder Systemabschnitten zu einem bereits vorhandenen Nuklidvektor erfolgen, wenn dieser Nuklidvektor für alle Proben des neu betrachteten Systems oder Systemabschnitts konservativ ist.

9.2.4 Charakterisierung anhand des Dekontaminationsabtrags

Die Charakterisierung anhand des Dekontaminationsabtrags setzt voraus, dass nach Anwendung des Dekontaminationsverfahrens das Freigabematerial und der Dekontaminationsabtrag dieselbe Nuklidverteilung aufweisen. Zum Nachweis der Übereinstimmung kann es erforderlich werden, Dekontaminationsbäder nach im Freigabeverfahren festgelegten Kriterien regelmäßig zu beproben. Dabei ist zu beachten, dass die aus den Dekontaminationsbädern entnommenen Proben jeweils die Kontamination des gesamten Materials integral repräsentieren, welches seit der letzten Erneuerung des Bades dekontaminiert worden ist.

Zur Probenahme wird das Dekontaminationsmedium homogenisiert. Der Nuklidvektor wird aus dem Analyseergebnis der Probe gebildet und muss den unter 9.2.3 genannten Kriterien hinsichtlich Messtechnik und Freigabeoption genügen.

9.2.5 Charakterisierung bei Dekontamination durch Einschmelzen sowie von Flüssigkeiten

Die vorlaufende und systemweise Charakterisierung (siehe 9.2.2 und 9.2.3) werden für das dem Einschmelzen zuzuführende Material sowie für Flüssigkeiten durchgeführt.

Bei der Dekontamination durch Einschmelzen konzentrieren sich die Radionuklide der Kontamination in der Schlacke auf, welche ggf. als radioaktiver Abfall zu entsorgen ist. Die Schmelze selbst ist nach dem Erstarren Gegenstand des Freigabeverfahrens.

Die dafür erforderliche Probenahme erfolgt nach dem Einschmelzen durch Entnahme von Material aus der Schmelze. Eine ausreichende Homogenisierung der Schmelze ist dabei bereits durch das Einschmelzverfahren gewährleistet.

Bei Flüssigkeiten wird diese Vorgehensweise sinngemäß angewendet. Flüssigkeiten sind vor der Probenahme entsprechend den im Freigabeverfahren festzulegenden Vorgaben zu homogenisieren.

Die Analyseergebnisse werden jeweils direkt mit den Freigabewerten verglichen, d. h. die Probenahme und die anschließende Analyse stellen die Entscheidungsmessung dar.

9.3 Radioaktiver Abfall

Die Charakterisierung der radioaktiven Abfälle wird im ersten Schritt im Produktkontrollverfahren (Abfallkampagne) qualifiziert. Nach Bestätigung durch die BGE werden die Ergebnisse, ggf. ergänzt um weitere Vorgaben im Zwischenlagerverfahren, der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt. Ergänzungen im Zwischenlagerverfahren beziehen sich auf vorläufige Aktivitätsbestimmungen als Basis für eine unmittelbare Einlagerung in das Zwischenlager. Die Auswertung der Dosisleistungsmessungen ist in der Abfallkampagne geregelt.

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

10 Dokumentation und Aufbewahrung

Die Messprotokolle werden dokumentiert und aufbewahrt. Die Aufbewahrungsfrist richtet sich nach den Regelungen des jeweiligen Verfahrens, in dem die Messergebnisse bei der Dokumentation herangezogen werden.

Materialproben für die Charakterisierung von Reststoffen für die Freigabe sind in der Regel mit der jeweiligen Freigabecharge zu entsorgen.

Materialproben für die Charakterisierung von radioaktiven Abfällen sind bis zur Bestätigung der Abfallgebäude-Dokumentation durch die BGE aufzubewahren.

Das heißt, dass Materialproben, die im Rahmen von Beprobungen gewonnen und zur Ermittlung von Nuklidvektoren verwendet wurden, werden aufbewahrt, bis die zugehörigen Nuklidvektoren bestätigt sind.

Grundsätzlich werden zu jeder Messung und zu jeder Probenahme die Raumnummer und das Anlagenkennzeichen (AKZ) angegeben. Sollte einer Messung bzw. einer Probe kein AKZ zuordenbar sein, wird eine anderweitige eindeutige, vom KKK jeweils festzulegende Bezeichnung gewählt.

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

11 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	<p>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..</p>
Konditionierung	<p>Behandlung radioaktiver Abfälle nach definierten Verfahren mit dem Ziel der Herstellung zwischen- und / oder endlagerfähiger Abfallgebände.</p>
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	<p>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.</p>
Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung - LasmAaZ	<p>Eigenständiges Bauwerk am Standort KKK, in dem nicht wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle bis zu ihrem Abtransport in das Endlager des Bundes zwischengelagert werden können.</p>
Nuklid	<p>Ein Nuklid ist eine durch seine Protonen- und Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierte Atomart.</p>
Nuklidvektor	<p>Liste der auf 100% normierten Aktivitätsanteile von Radionukliden in oder auf einem Material, welche für die Entscheidungsmessung relevant sind.</p>
Pufferlagerflächen	<p>Flächen innerhalb des Überwachungsbereichs, die gemäß Flächennutzungsplan für die Pufferlagerung festgelegt sind.</p>
Radioaktivität	<p>Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.</p>
Radioaktive Stoffe	<p>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.</p>
Restbetrieb	<p>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.</p>

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.

12 Quellenangaben

- /1/ KKK, Sicherheitsbericht – Stilllegung und Abbau Kernkraftwerk Krümmel
- /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/ ESK, Empfehlung der ESK „Leitlinie zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen“, Fassung vom 05.11.2020
- /4/ KKK, Genehmigungsverfahren Stilllegung und Abbau, Fachbericht U_7.1 „Umgang mit radioaktiven Stoffen - Entsorgungskonzept“
- /5/ DIN 25457 „Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlageteilen“
Teil 1 „Grundlagen“ mit Beiblatt 1 „Erläuterungen“
Teil 4 „Kontaminierter und aktivierter Metallschrott“
Teil 6 „Bauschutt und Gebäude“
Teil 7 „Bodenflächen und Bodenaushub“
- /6/ 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
- /7/ 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
- /8/ KKK, Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung und Abbau Kernkraftwerk Krümmel, 24. August 2015

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