



Entsprechend der Nebenbestimmung A.2-11 des Planfeststellungsbeschlusses für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerks Konrad /1/ und den daraus übernommenen Vorgaben in Kapitel 4.1.4 „Kritikalitätssicherheit“ der Produktkontrolle radioaktiver Abfälle, radiologische Aspekte – Endlager Konrad – Stand: Oktober 2010, SE-IB-30/08-REV-1 /2/ sind bei Abfallgebinden, deren Spaltstoffinventar die Hälfte des maximal zulässigen Wertes überschreitet, die Spaltstoffmassen zur Einhaltung des Störfallprinzips gemäß DIN 25403, Teil 1 /3/ durch unabhängige Doppelkontrollen festzustellen. Als Bestandteil der Doppelkontrollen können beim Nachweis ausreichender Genauigkeit die Prozessüberwachung, die Prozessinstrumentierung sowie die Maßnahmen zur Produktkontrolle einbezogen werden.

Für die Umsetzung und anforderungsgerechte Anwendung dieser Vorgaben dienen die Erläuterungen zu den folgenden Fragen als Leitfaden:

1. Wann werden Doppelkontrollen notwendig?
2. Wie kann die Forderung von unabhängigen Doppelkontrollen im Rahmen der Verfahrensqualifikation, der Konditionierung von Abfällen sowie der Produktkontrolle berücksichtigt werden?
3. In welchem Umfang sind Doppelkontrollen in Abhängigkeit von der Art der Abfallströme durchzuführen?

1. Wann werden Doppelkontrollen notwendig?

Für die Spaltstoffe Uran und Plutonium wird die Kritikalitätssicherheit über den Kritikalitätssummenwert (S_K) ausgewiesen, welcher (bei nicht-gemischter Einlagerung) bis zu einem Wert von 1 ausgeschöpft werden darf /4/. Die Überschreitung des Spaltstoffinventars um maximal die Hälfte des zulässigen Wertes und die daraus resultierende Notwendigkeit von Doppelkontrollen ist daher ab einem Kritikalitätssummenwert S_K von $> 0,5$ gegeben.

Die höheren spaltbaren Actinoide, für welche gebindespezifisch individuell zulässige Aktivitäts- bzw. Massenwerte definiert und in Tabelle III.4-1 von /4/ aufgeführt sind, werden durch das Summenkriterium S_K explizit nicht berücksichtigt /5/. Um sicherzustellen, dass die zulässigen Werte nicht unbemerkt überschritten werden, sind Doppelkontrollen der Aktivitäten bzw. Massen der höheren spaltbaren Actinoide für Abfälle, die für das Endlager Konrad bestimmt sind, bei einer Ausschöpfung von mehr als 95 % der Grenzwerte aus Tabelle III.4-1 von /4/ erforderlich.

2. Wie werden unabhängige Doppelkontrollen definiert und umgesetzt?

Um der Forderung nach Doppelkontrollen in den o. g. Fällen nachzukommen, ist es erforderlich, dass mindestens zwei redundante Prinzipien zur Bestimmung des Spaltstoffinventars Anwendung finden.

Nach den Vorgaben von /3/, Abschnitt 5.1.2, ist der Nachweis der Kritikalitätssicherheit auf Grund experimenteller Ergebnisse oder mit nach DIN 25478 /6/ validierten Rechenverfahren zu führen.

Nach den Vorgaben von /1/ und /2/ können als Bestandteil der Doppelkontrolle beim Nachweis ausreichender Genauigkeit die Prozessüberwachung, die Prozessinstrumentierung sowie die Maßnahmen zur Produktkontrolle einbezogen werden.

Die Eignung der zur Anwendung kommenden Messtechnik ist im Rahmen der Verfahrensqualifikation sowie fortlaufend z. B. im Rahmen der begleitenden Kontrollen (z. B. durch Kalibrierprotokolle) zu bestätigen.

Zusätzlich zu Messungen und/oder Prüfungen des Konditionierers können externe Kontrollen bei der Durchführung von Doppelkontrollen einbezogen werden. Hierzu zählt beispielsweise die Spaltmaterialüberwachung durch die IAEA/EURATOM, sofern eine Dokumentation oder ein entsprechender Nachweis sichergestellt und im Produktkontrollverfahren einsehbar ist. In der Regel stammen Abfälle, die einen hohen Anteil an Spaltstoff aufweisen, nur von einer genau definierten, überschaubaren Anzahl von Ablieferungspflichtigen und kommen

 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG	Fachnotiz Doppelkontrollen	GZ: 9KE/2112/MZ/TV/001/00
		Stand: Rev. 0, 12.09.2022
		Seite: 2 von 3

aus Anlagen, in denen durch IAEA/EURATOM eine Spaltstoffflusskontrolle vorgenommen wird (vgl. /2/, Kap. 4.1.4), so dass davon auszugehen ist, dass eine Dokumentation durch IAEA/EURATOM erfolgt. Im Einzelfall gilt es zu prüfen und zu belegen, dass diese Daten konkret für Doppelkontrollen anwendbar sind.

Redundante Messungen zur Bestimmung des Spaltstoffinventars werden vorzugsweise durch zwei unterschiedliche, unabhängig voneinander arbeitende, qualifizierte Messgeräte und durch zwei verschiedene prozessbeteiligte Institutionen durchgeführt. Hierzu zählt auch die Spaltmaterialüberwachung durch IAEA/EURATOM (s. o.). Doppelkontrollen können aber auch durch die Einbindung eines externen Labors zusätzlich zu den Messungen der Konditionierer/Abfalleigentümer erfolgen.

Sofern redundante Messungen nicht durch zwei verschiedene Institutionen realisiert werden können, sind diese mittels unabhängiger Messungen durch mindestens zwei verschiedene Mitarbeiter durchführbar.

Die beiden redundanten Messungen müssen dabei nicht zwingend am gleichen Punkt im Konditionierungsprozess erfolgen. Unter bestimmten Voraussetzungen besteht die Möglichkeit, Messungen mit zwei Messgeräten/-systemen an zwei verschiedenen Punkten im Konditionierungsablauf durchzuführen. Als Beispiel kann eine Messung/Überprüfung am Rohabfall sowie am konditionierten Abfallprodukt erfolgen. Dies setzt voraus, dass der Abfallfluss sowie die Abfalleigenschaften durch die Prozessüberwachung und die Prozessinstrumentierung derart nachvollziehbar sind, dass die Werte, ggf. unter Zuhilfenahme von Berechnungen, miteinander verglichen werden können.

Des Weiteren ist beispielsweise eine Ermittlung messtechnisch leicht zugänglicher Messwerte (z. B. spektrometrisch erfassbare Nuklide) durch den Konditionierer und deren Verwendung zur Validierung der Ergebnisse einer externen Sondernuklidanalyse, z. B. durch den Abgleich der Gesamt-Alpha-Aktivität sowie den Abgleich mit messbaren Einzelnukliden, als Doppelkontrolle anzusehen. Durch die anforderungsgerechte Korrelation der spaltbaren Nuklide zu messtechnisch leicht zugänglichen Nukliden wie beispielsweise Cs-137 und Co-60 kann dann z. B. durch eine gammaspektrometrische Messung durch den Konditionierer/Abfallfalleigentümer an jedem konditionierten Abfallprodukt ein auf die verarbeitete Abfallmenge (Charge) bezogener Spaltstoffgehalt ermittelt werden (s. u.).

3. Umfang von Doppelkontrollen in Abhängigkeit vom Abfallstrom


Inhomogene Abfallströme:

Bei inhomogenen Abfallströmen ist zur Durchführung der Doppelkontrollen i. d. R. (in Abhängigkeit von der Rohabfallart, Konditionierungsverfahren, Grad der Spaltstoffverteilung) eine Analyse von bis zu 100 % der betroffenen Abfälle erforderlich.

Homogene Abfallströme:

Für homogene Abfallströme besteht die Möglichkeit, eine unabhängige Messung an repräsentativen Einzelproben der Rohabfälle / Zwischenprodukte durchzuführen und auf eine größere Verarbeitungscharge zu übertragen. Eine ausreichende Doppelkontrolle für die gesamte Verarbeitungscharge ist gewährleistet, sofern durch den Konditionierungsprozess sowie die Prozessführung und -überwachung des qualifizierten Verfahrens nachgewiesen werden kann, dass die Konzentration spaltbarer Nuklide homogen im Abfallprodukt sowie in gleichbleibender Höhe über den Massenstrom der Konditionierungscharge verteilt ist. In diesem Fall können die Doppelkontrollen an repräsentativen Einzelproben unter Berücksichtigung der Vorgaben des qualifizierten Konditionierungsverfahrens (Berücksichtigung einer 100%-igen Dokumentation der Verfahrensschritte und Analyseergebnisse durch den Abfalleigentümer/Konditionierer sowie entsprechende begleitende Kontrollen der endlagerrelevanten Schritte durch den Sachverständigen vor Ort) zur Spaltstoffdeklaration der Abfallprodukte aus der gleichen, homogen zusammengesetzten Charge verwendet werden.

Beispielsweise können repräsentative Einzelproben am Rohabfall bzw. Zwischenprodukt für eine externe umfangreiche Sondernuklidanalyse zur Ermittlung der einzelnen Spaltstoffaktivitäten in einem externen Labor

 BUNDESGESELLSCHAFT FÜR ENDLAGERUNG	Fachnotiz Doppelkontrollen	GZ: 9KE/2112/MZ/TV/001/00
		Stand: Rev. 0, 12.09.2022
		Seite: 3 von 3

genutzt werden. Sofern durch den Konditionierungsprozess und die Rohabfallart (z. B. zementierte Verdampferkonzentrate) eine homogene Verteilung der Spaltstoffe im Abfallprodukt belegt ist, kann der so ermittelte Spaltstoffgehalt als repräsentativ für die jeweilige homogene Charge angenommen werden.

Literatur

- /1/ Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerks Konrad in Salzgitter als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung vom 22. Mai 2002, Az.: 41 – 40326/3/10, Niedersächsisches Umweltministerium
- /2/ Endlager Konrad, Produktkontrolle radioaktiver Abfälle, radiologische Aspekte – Endlager Konrad – Stand: Oktober 2010, SE-IB-30/08-REV-1, Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
- /3/ DIN 25403-1 Kritikalitätssicherheit bei der Verarbeitung und Handhabung von Kernbrennstoffen, Grundsätze, Dezember 2013
- /4/ Endlager Konrad, Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen) – Stand: Dezember 2014, SE-IB-29/08-REV-2, Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
- /5/ EU 394: Betrachtung höherer spaltbarer Aktiniden im Hinblick auf die Kritikalitätssicherheit des geplanten Endlagers Konrad, 9K/EBK/RB/0007/01, März 1991 (Prüfunterlage im Planfeststellungsverfahren Endlager Konrad), Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
- /6/ DIN 25478 Beiblatt 1, Einsatz von Berechnungssystemen beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit – Beiblatt 1: Erläuterungen