

---

## Empfehlung der RSK

### Sicherheitsanforderungen an die längerfristige Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle

Fassung vom 05.12.2002  
mit Neuformulierung in Abschnitt 2.7.1 (dritter Spiegelstrich) vom 16.10.2003

#### **Hinweis:**

Mit der Empfehlung der Entsorgungskommission (ESK) „[Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung](#)“ (revidierte Fassung vom 10.06.2013) wurde die Empfehlung der RSK (vom 05.12.2002) aktualisiert.

## INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines .....	4
1.1	Anwendungsbereich.....	4
1.2	Schutzziele .....	5
1.3	Begriffsbestimmungen .....	6
2	Sicherheitsanforderungen.....	8
2.1	Einschluss radioaktiver Stoffe.....	8
2.1.1	Abfallprodukte und -gebinde .....	9
2.1.2	Abfallbehälter.....	11
2.1.3	Lagergebäude .....	12
2.2	Kritikalitätssicherheit .....	12
2.3	Strahlenschutz .....	13
2.3.1	Strahlenschutzkonzept .....	13
2.3.2	Abschirmung der ionisierenden Strahlung .....	14
2.3.3	Strahlenschutzbereiche und betrieblicher Strahlenschutz .....	14
2.3.4	Strahlenschutz der Umgebung .....	15
2.4	Bauliche Anforderungen für neu zu errichtende Lagerhallen .....	15
2.5	Technische Einrichtungen.....	16
2.5.1	Hebezeuge und sonstige Transporteinrichtungen .....	16
2.5.2	Konditionierung der Raumluft .....	16
2.5.3	Elektrotechnische Einrichtungen .....	17
2.5.4	Brandschutz und Brandschutzeinrichtungen, Explosionsschutz.....	17
2.6	Einwirkungen von innen .....	17
2.7	Einwirkungen von außen .....	20
2.7.1	Naturbedingte Einwirkungen von außen.....	20
2.7.2	Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen.....	20
2.8	Wechselwirkung mit bestehenden kerntechnischen Anlagen .....	21
3	Qualitätssicherung und Produktkontrolle.....	21
3.1	Qualifikation von Verfahren .....	22
3.2	Qualifikation der Abfallbehälter .....	23
3.3	Dokumentation.....	23

3.4	Altabfälle.....	25
4	Betrieb der Anlage .....	25
4.1	Grundsätze für den Betrieb .....	26
4.2	Inbetriebnahme neu errichteter Lager .....	26
4.3	Betrieb .....	27
4.4	Instandhaltung .....	30
4.5	Personal .....	30
4.6	Notfallschutz .....	31
4.7	Langzeit- und Alterungseffekte, Langzeitüberwachung .....	31
5	Vorschriften, Richtlinien und Normen.....	33

**Anhang:**

Ablaufschema zur Produktkontrolle von Abfallgebinden aus kerntechnischen Anlagen (Beispiel /8/) mit  
Legende

## **1 Allgemeines**

Für die Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle wurde bisher von mehr oder weniger kurzen Zeiträumen ausgegangen. Die Konditionierung (d. h. Verarbeitung und Verpackung) dieser radioaktiven Abfälle ist daher gegenwärtig auf einen Zwischenlagerzeitraum von einigen Jahre ausgerichtet. Hingegen kann nach gegenwärtigem Stand bis zum Beginn der Einlagerung radioaktiver Abfälle in ein Endlager eine Zwischenlagerzeit von bis zu 40 Jahren nicht ausgeschlossen werden. Die Sicherheitsanforderungen beziehen sich auf die sichere längerfristige Lagerung von radioaktiven Abfällen in bestehenden und neu zu errichtenden Einrichtungen für diesen Zeitraum.

Bei der Erstellung dieser Sicherheitsanforderungen wurde davon ausgegangen, dass verbindliche Endlagerungsbedingungen vorliegen werden. Eine Skizzierung von Vorgehensweisen und Inhalten zur Erstellung dieser standortunabhängigen Endlagerungsbedingungen liegt mit /10/ vor.

Die genehmigten Konzepte der bestehenden Lager werden nicht als alleinige Richtschnur angesehen, vielmehr werden die grundlegenden sicherheitstechnischen Anforderungen für die längerfristige Zwischenlagerung zusammengestellt. Es sind daher auch andere Lagerkonzepte erfasst.

### **1.1 Anwendungsbereich**

Diese Sicherheitsanforderungen gelten für Anlagen und Einrichtungen zur längerfristigen Zwischenlagerung schwach und mittelradioaktiver Abfälle, die einer Genehmigungspflicht nach §§ 6, 7, 9 AtG /1/ und § 7 StrlSchV /2/ unterliegen. Die in Betracht gezogenen schwach- und mittelradioaktiven Abfälle stammen sowohl aus dem Betrieb und dem Rückbau von kerntechnischen Anlagen als auch aus der sonstigen Verwendung radioaktiver Stoffe in Industrie, Medizin, Forschung und bei der Bundeswehr. Sie werden derzeit entweder in zentralen Zwischenlagern, in dezentralen Lagern an den Standorten der kerntechnischen Anlagen oder in den öffentlichen oder privaten Sammelstellen gelagert. Altabfälle (vgl. Definition in Kap. 3.4) sind dabei einbezogen.

Neben der Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit dem Ziel der Einlagerung in ein Endlager gewinnt wegen der langen Lagerzeiten auch die Lagerung von Reststoffen mit dem Ziel des Abklingens der Radioaktivität durch den radioaktiven Zerfall zusätzliche Bedeutung. An diese längerfristige Abklinglagerung oder Pufferlagerung mit dem Ziel der Freigabe oder der späteren Konditionierung für die Endlagerung unter günstigeren radiologischen Bedingungen sind – soweit übertragbar - dieselben Sicherheitsanforderungen zu stellen wie an die Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit dem Ziel der späteren Endlagerung.

Die kurzfristige Abklinglagerung zur Freigabe von radioaktiven Stoffen für eine schadlose Verwertung oder zur konventionellen Entsorgung (§ 29 StrlSchV/2/) dauert in der Regel weniger als fünf Jahre. Diese Abklinglagerung wird hier nicht behandelt.

Ziel der Sicherheitsanforderungen ist es, alle sicherheitstechnisch relevanten Einflussparameter zu erfassen, die sich aus einer längerfristigen Zwischenlagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle bzw. Reststoffe ergeben. Dabei sollen alle Randbedingungen betrachtet werden, die aus heutiger Sicht vor einer

Zwischenlagerung der Abfälle einzuhalten sind, unabhängig davon, ob eine Einlagerung in ein Endlager oder eine spätere Freigabe der Abfälle vorgesehen ist.

## 1.2 Schutzziele

Die radiologischen Schutzziele, denen die längerfristige Lagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle entsprechen muss, bestehen darin,

1. jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden (§ 6, Abs. 1 StrlSchV) und
2. jede Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten (§ 6 Abs. 2 StrlSchV).

Bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen auslegungsbestimmende Störfälle sind unbeschadet der Forderung (1) die Anforderungen von §§ 49 bzw. 50 StrlSchV zugrunde zu legen.

Hieraus abgeleitet ergeben sich für die Abfallgebinde, das Lager mit den technischen Einrichtungen und den Lagerbetrieb folgende grundlegende Schutzziele:

- sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe,
- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung,

ggf. für spezielle Abfälle auch

- sichere Einhaltung der Unterkritikalität und
- sichere Abfuhr der Nachzerfallswärme,

sowie folgende abgeleitete Anforderungen:

- Abschirmung der ionisierenden Strahlung,
- betriebs- und instandhaltungsgerechte Auslegung, Ausführung und Qualitätssicherung,
- sicherheitsgerichtete Organisation und Durchführung des Betriebes,
- sichere Handhabung, innerbetrieblicher Transport und Abtransport der radioaktiven Stoffe,
- Auslegung gegen Störfälle,

- sofern wegen des Freisetzungspotenzials erforderlich, Maßnahmen zur Begrenzung der Schadensauswirkungen von auslegungsüberschreitenden Ereignissen.

Zusätzliche, hier nicht behandelte Anforderungen bestehen im Hinblick auf die Haftung bei Schäden, auf den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter sowie im Einzelfall auf die Kontrolle spaltbaren Materials aufgrund internationaler Vereinbarungen.

### 1.3 Begriffsbestimmungen

Neben den in der Kerntechnik verwendeten, den in DIN 25401-9 /3/ und in § 3 StrlSchV definierten Begriffen sind für die folgenden Sicherheitsanforderungen die nachstehenden Begriffsbestimmungen von Bedeutung:

#### – **Abfall**

Radioaktive Stoffe, die nicht schadlos verwertet, sondern geordnet entsorgt werden (§ 3 StrlSchV).

#### – **Abfallbehandlung**

Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten

#### – **Abfallgebinde**

Ein Abfallgebinde ist die Einheit von Abfallprodukt und dem verwendeten Abfallbehälter (auch bei Zwischenprodukt oder Rohabfall). Die Eigenschaften des Gebindes ergeben sich somit als Summe der Eigenschaften von Abfallprodukt und Abfallbehälter.

#### – **Abfallprodukt**

Verarbeiteter radioaktiver Abfall ohne Verpackung.

#### – **Abfallkonditionierung**

Abfallbehandlung nach definierten Verfahren mit dem Ziel der Herstellung zwischen- und/oder endlagerfähiger Abfallgebinde.

#### – **Ableitung radioaktiver Stoffe**

Die Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus Anlagen und Einrichtungen auf hierfür vorgesehenen Wegen.

– **Aktivitätseinschluss**

Aus konstruktiven Rückhaltebarrieren oder der Kombination von konstruktiven mit physikalischen Rückhaltebarrieren bestehendes Umschließungssystem, das in Verbindung mit organisatorischen Maßnahmen eine Freisetzung radioaktiver Stoffe verhindert.

– **Brandlast**

Zur Brandlast sind alle brennbaren Stoffe in einem Bereich zu zählen, die zu einem Brand beitragen können.

– **Brennbare Abfälle**

Als brennbare Abfälle sind alle Abfälle zu zählen, die zu einem Brand beitragen können.

– **Lagerung**

- **Abklinglagerung, kurzfristig**

Lagerung von unkonditionierten Reststoffen oder Abfällen mit der Zielsetzung der späteren Freigabe zur konventionellen Verwertung oder Entsorgung.

- **Abklinglagerung, langfristig**

Lagerung von Abfällen oder Reststoffen mit dem Ziel der späteren Freigabe oder späteren Konditionierung für die Endlagerung.

- **Bereitstellungslagerung**

Zusammenstellung von Chargen für eine Übergabe zur weiteren Behandlung.

- **Pufferlagerung**

Zeitlich begrenzte Lagerung von unkonditionierten Abfällen oder Zwischenprodukten vor oder während der Abfallbehandlung.

### **- Zwischenlagerung**

Längerfristige Lagerung von konditionierten oder teilkonditionierten Abfällen zur Bereitstellung für die Endlagerung.

### **– Produktkontrolle**

Teil der allgemeinen Qualitätssicherung bei der Abfallbehandlung und Abfallkonditionierung. Sie basiert auf Regelungen zur Qualitätssicherung bei der Erfassung und Verarbeitung von radioaktiven Abfällen und bei der Herstellung von Abfallgebinden, außerdem auf dem Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen von Abfallgebinden und der Erstellung einer Dokumentation /6/.

### **– Produktkontrollmaßnahmen**

#### **- Ablaufplan**

Liste aller wesentlichen Prüf- und Arbeitsschritte, sowie der erforderlichen Zustimmungen zur Konditionierung der Abfallgebinde mit dem Ziel der Endlagerung.

#### **- Prüffolgeplan**

Liste der für die Abfallkonditionierung zur Zwischenlagerung erforderlichen Prüfschritte und Zustimmungen.

#### **- Verfahrensqualifikation**

Eignungsprüfung durch das BfS für Verfahren zur Behandlung und Konditionierung, sowie Qualitätssicherung und Dokumentation von Abfällen zum Nachweis, dass mit einem Konditionierungsverfahren endlagerfähige Abfallgebinde erzeugt werden (§ 74 StrlSchV).

### **– Reststoff**

Beim Umgang mit radioaktiven Stoffen anfallender, ggf. schadlos wiederverwertbarer Stoff.

### **– Zwischenprodukt**

Vorbehandelter/behandelter radioaktiver Abfall, der noch zu einem Abfallprodukt zu verarbeiten ist.

## **2 Sicherheitsanforderungen**

### **2.1 Einschluss radioaktiver Stoffe**



Der Einschluss radioaktiver Stoffe ist durch ein System aus technischen Barrieren und ergänzenden Maßnahmen sicherzustellen. Dabei können verschiedene Wege beschritten werden. So können die Einbindung in eine Abfallmatrix, der Einschluss in Abfallbehälter oder ggf. die Barrierefunktion von Gebäude und Lüftung mit Rückhalteeinrichtungen dazu beitragen. Der sichere Einschluss insgesamt kann technisch je nach gewähltem Konzept durch eine oder durch das Zusammenwirken mehrerer Barrieren erreicht werden.

Die Anlagen für die Zwischenlagerung der schwach- und mittelaktiven Abfälle und Reststoffe sind i. a. für die Handhabung und Lagerung umschlossener radioaktiver Stoffe ausgelegt, d. h. die Abfallbehälter übernehmen die Aufgabe des Aktivitätseinschlusses. Für eine sichere Zwischenlagerung muss dieser Aktivitätseinschluss während des gesamten Lagerzeitraums gewährleistet bleiben.

Der Umfang der administrativen Überwachungsmaßnahmen, die zur Einhaltung der Schutzziele während der Zwischenlagerung an den einzelnen Abfallgebänden und in der Lagerhalle durchzuführen sind, soll unter Beachtung der sicherheitstechnischen Erfordernisse so gering wie möglich sein. Die Abfallgebände (Abfallbehälter und Abfallprodukt) sollen im Hinblick auf die längerfristige Zwischenlagerung wartungsfrei sein. Hieraus ergeben sich verschiedene Anforderungen an Abfallprodukt und -behälter, die zum Teil restriktiver sind als die für die Endlagerung gestellten Anforderungen.

### **2.1.1 Abfallprodukte und -gebände**

Die Anforderungen an die Abfallprodukte und an ihre chemisch-/physikalische Form der Abfallmatrix ergeben sich insbesondere aus deren Verhalten im bestimmungsgemäßen Betrieb von Zwischen- und Endlagern und bei den zu unterstellenden Störfällen. Die Abfallmatrix übernimmt daneben auch wie das Zwischenlagergebäude und der Abfallbehälter Funktionen zur Rückhaltung von Nukliden. Eine Zusammenstellung von relevanten Abfalleigenschaften wurde zunächst für die Endlagerung durchgeführt. Die dort erarbeiteten vierzehn sicherheitstechnisch relevanten Eigenschaften für Abfälle und Abfallgebände sind:

- Gesamtaktivität des Abfallgebändes,
- Aktivität relevanter Einzelnuclide,
- Dosisleistung an der Gebindeoberfläche sowie in 1 bzw. 2 m Abstand,
- Oberflächenkontamination des Abfallgebändes,
- Chemische Zusammensetzung des Rohabfalls,
- Qualität des Fixierungsmittels,
- Qualität des Abfallbehälters,
- Mengenverhältnis: Abfall/Fixierungsmittel/Wasser/Zuschlagstoffe,
- Durchmischung (Konsistenz),
- Masse,
- Abbindezustand der Matrix,
- Wassergehalt bzw. Restfeuchte,
- Thermisches Verhalten und
- Stapelbarkeit.

Bei kernbrennstoffhaltigen Abfällen sind der Spaltstoffgehalt und die örtliche Verteilung der Spaltstoffe im Abfallvolumen anzugeben. Bei Abfällen mit nicht vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ist die Wärmeleistung anzugeben.

Grundsätzlich sind diese Eigenschaften auch für die längerfristige Zwischenlagerung zu berücksichtigen. Durch die Konditionierung der radioaktiven Abfälle sind Zwischen- oder Endprodukte zu erzeugen, die die Anforderungen an eine sichere Handhabung, Lagerung und einen Transport auch über den Zeitraum einer längerfristigen Zwischenlagerung erfüllen. Im Rahmen einer Verfahrensqualifikation durch das BfS kann der Nachweis geführt werden, dass ein wesentlicher Teil der Anforderungen zur längerfristigen Zwischenlagerung von Abfällen, die später an ein Endlager abgegeben werden sollen, erfüllt ist (vgl. § 74, Abs. 2 StrlSchV).

Für die längerfristige Zwischenlagerung müssen die Abfallprodukte langfristig chemisch/physikalisch ausreichend stabil sein. Dies ist durch geeignete Konditionierungsverfahren sicherzustellen. Veränderungen der Abfalleigenschaften durch Faul-, Gär- oder Korrosionsvorgänge sind zu minimieren. Hinweise auf derartige Vorgänge im Abfallprodukt geben auffällige Veränderungen der Gaszusammensetzung der Behälterinnenatmosphäre.

Eine Gasbildung in Abfallgebinden wird durch chemische, physikalische und/oder biologische Reaktionen verursacht. Diese Gasbildung ist somit ein Indiz für eine mangelnde Stabilität der Abfallprodukte und sollte daher grundsätzlich auf einen verfahrenstechnisch möglichen und sicherheitstechnisch unbedenklichen Umfang eingeschränkt werden. Es sind daher vor der längerfristigen Zwischenlagerung geeignete Behandlungsverfahren, wie zum Beispiel ein Trocknen der Abfälle, vorzunehmen.

Durch die Erzeugung von chemisch/physikalisch stabilen Abfallprodukten und deren nachvollziehbare Dokumentation kann auch nach einer längeren Zwischenlagerzeit von definierten Eigenschaften des Abfallproduktes ausgegangen werden. Deshalb können dann auch die Abfallprodukte, wie z. B. Presslinge, mit einem vertretbaren Aufwand gehandhabt werden. Eine derartige spätere Handhabung nach einer Zwischenlagerung kann zum Beispiel aus den folgenden Gründen erfolgen:

- Änderung der für eine Endlagerung vorgesehenen Abfallbehältertypen,
- Verwendung von Abfallbehältern mit geringerer Abschirmung aufgrund des Zerfalles von Radionukliden,
- Aussortieren und Freimessen von Abfällen zur schadlosen Verwertung bzw. konventionellen Entsorgung.

Bei Gebinden mit Abfällen, bei denen durch Gasentwicklung ein nennenswerter Druckaufbau auch bei ordnungsgemäßer Konditionierung nicht auszuschließen ist, sind druckentlastende Maßnahmen vorzusehen, sofern keine Anforderungen an die Dichtigkeit der Abfallbehälter bestehen. Für die Bewertung der Gasbildungsrate bei der Zwischenlagerung ist vom derzeitigen Stand der Konditionierungstechnik auszugehen.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> So zeigen z. B. verpresste Mischabfälle aus dem Betrieb und der Stilllegung von Kraftwerken überwiegend Gasbildungsraten unter

Von besonderer Bedeutung für eine längerfristige Zwischenlagerung ist die Verträglichkeit zwischen Abfall, Fixierungsmittel bzw. Abfallmatrix und Behälterwerkstoffen.

Bei Zementprodukten sind Zusammensetzungen zu vermeiden, die ein Schrumpfen des Produktes mit Bildung von Spalten zwischen Produkt und Behälterwandung oder mit Bildung von Rissen im Produkt oder durch Phasenumwandlungen eine Volumenzunahme des Produktes bis zur Zerstörung des Abfallbehälters verursachen.

Reaktionen zwischen Abfallprodukt und dem Abfallbehälter, wie sie bei Behältern aus austenitischen Werkstoffen nach einer Befüllung mit chloridhaltigen Materialien beobachtet wurden, sind durch geeignete Konditionierung zu verhindern. Gleiches gilt für eine mögliche Reaktion zwischen Resten organischer Lösungsmittel mit den Beschichtungsmaterialien der Behälterinnenwand.

Für die Bewertung von Abfalleigenschaften hinsichtlich einer längerfristigen Zwischenlagerung sind somit zusätzlich zu den Grundanforderungen und den oben genannten endlagerrelevanten Abfalleigenschaften mögliche Veränderungen der Abfallgebindeeigenschaften durch Reaktionen im Abfallprodukt bzw. zwischen Abfallprodukt und Abfallbehälter für den Zeitraum der Zwischenlagerung zu betrachten.

Um die Eigenschaften der Abfallprodukte nachvollziehbar zu belegen, sind zunächst die Herkunft und die Eigenschaften der Rohabfälle zu erfassen und zu dokumentieren. In der Verfahrensqualifikation sind dann auf der Grundlage der vorhandenen Kenntnisse die zu erzeugenden Abfallprodukte hinsichtlich ihrer Eignung für eine längerfristige Zwischenlagerung zu bewerten. Ist für die längerfristige Zwischenlagerung nur eine teilweise Durchführung der Behandlungsschritte des qualifizierten Konditionierungsverfahrens vorgesehen, so sind die Zwischenprodukte hinsichtlich ihrer Zwischenlagerfähigkeit zu beurteilen.

Abfälle mit nicht vernachlässigbarer Wärmeentwicklung müssen bei den sich einstellenden Temperaturen stabil sein.

### **2.1.2 Abfallbehälter**

Anforderungen an die Abfallbehälter ergeben sich wie bei den Abfallprodukten insbesondere aus den Sicherheitsanalysen zum bestimmungsgemäßen Betrieb und zu den Störfällen eines Zwischen- und Endlagers. Weitere Anforderungen können z. B. aus der Standardisierung von Abfallbehältern resultieren. Die Anforderungen sind in Technischen Annahmebedingungen der Zwischenlager und in den Endlagerungsbedingungen /5/ festgelegt. Darüber hinaus sind in den meisten Fällen auch die Anforderungen aus den Transportvorschriften zu beachten. In Einzelfällen erfolgt eine Zwischenlagerung in Abfallbehältern, die nicht entsprechend den Transportvorschriften qualifiziert sind, z. B. bei einer Zwischenlagerung von Abfällen höherer Dosisleistung in abgeschirmten Lagerbereichen. In diesen Fällen sind die Anforderungen der Transportvorschriften von dem späteren Versandstück mit Hilfe einer Umverpackung zu erfüllen. Die

---

2 ml/m<sup>3</sup> h im Normzustand (Richtwert für Kampagnen mit verpressten Mischabfällen gemittelt über die Abfallprodukte einer Kampagne).

Ausführung der Abfallbehälter muss geeignet sein, ihre Handhabung auch während und nach der Zwischenlagerung sicherzustellen.

Für eine längerfristige Zwischenlagerung der Abfallgebilde ist die Langzeitbeständigkeit der Behältermaterialien zu betrachten, damit die Anforderungen über die Lagerzeit erfüllt werden. Durch eine geeignete Auslegung der Abfallbehälter (Werkstoff, Abmessungen, Korrosionsschutz, konstruktive Ausführung, zum Beispiel Vermeidung von ungeschützten Spalten) ist die langfristige Integrität sicherzustellen. Diese Auslegung der Abfallbehälter hat auch die physikalischen, chemischen und thermischen Eigenschaften des Abfallproduktes und die atmosphärischen Bedingungen des Zwischenlagers zu berücksichtigen. Es sind somit mögliche Beeinträchtigungen der Behälterintegrität durch Einwirkungen aus dem Behälterinneren und von außen zu betrachten.

An die Auslegung eines Korrosionsschutzes der Behälterinnenflächen können bei Abfallprodukten mit korrosionshemmenden Eigenschaften, wie zum Beispiel trockenen Verbrennungsrückständen, geringere Anforderungen gestellt werden. Entsprechendes gilt auch für die Auslegung des äußeren Korrosionsschutzes von Abfallbehältern für eine Zwischenlagerung in Bereichen mit entfeuchteter Lageratmosphäre.

Sofern die Abfallbehälter nicht aufgrund ihrer Auslegung, wie zum Beispiel als dickwandige Beton- oder Gussbehälter, auf Grund der Eigenschaften des Inhaltes oder aufgrund der atmosphärischen Bedingungen im Zwischenlager für eine längerfristige Zwischenlagerung zweifelsfrei geeignet sind, sind wiederkehrende Kontrollen an den Abfallbehältern durch zerstörungsfreie Prüfungen, wie zum Beispiel visuelle Inspektionen durchzuführen. Um diese Kontrollen zu ermöglichen, ist im Zwischenlager die Zugänglichkeit sicherzustellen, indem zum Beispiel Gassen zwischen den Gebindestapeln vorgesehen werden oder für die gelagerten Gebilde repräsentative Gebilde als Referenz gesondert gelagert werden. Der Umfang der Kontrollen ist in Abhängigkeit von der Ausführung der Abfallbehälter, den Eigenschaften der Abfallprodukte und den atmosphärischen Bedingungen im Zwischenlager jeweils festzulegen.

### **2.1.3 Lagergebäude**

Die Abfallgebilde übernehmen i. a. die Aufgabe des Aktivitätseinschlusses. Das Lagergebäude hat im bestimmungsgemäßen Betrieb nur die Funktion der Abschirmung gegenüber der Umgebung und die eines Wetterschutzes für die Abfallgebilde und die technischen Einrichtungen des Lagers.

Anforderungen an die Auslegung des Gebäudes zur Beherrschung von Störfällen sind in den Kapiteln 2.6 und 2.7 beschrieben.

Eine Konzeption des Gebäudes für die Lagerung von Abfällen, die Emissionen von radioaktiven Stoffen verursachen können, ist ebenfalls unter Einhaltung der in Kapitel 2.1.1 genannten Anforderungen zulässig, erfordert jedoch im Hinblick auf die zu unterstellenden Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Fortluft und Abwasser zusätzliche technische Aufwendungen zur gezielten Luftführung und zur messtechnischen Erfassung der Emissionen.

## **2.2 Kritikalitätssicherheit**

Da in den Zwischenlagern in der Regel keine Abfälle mit kritikalitätsrelevantem Gehalt an Spaltstoffen gelagert werden, sind keine speziellen Maßnahmen zur Kritikalitätskontrolle erforderlich. Hinsichtlich einer zukünftigen Endlagerung soll sich die Konzentrations- und Massenbegrenzung der thermisch spaltbaren Nuklide U-233, U-235, Pu-239, Pu-241 in den Abfallgebinden an dem Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Konrad /5/ orientieren. Falls Abfälle mit höherem Spaltstoffgehalt oder mit Gemischen von Spaltstoff und die Neutronenbilanz beeinflussenden Stoffen, wie z. B. Graphit, gelagert werden sollen, ist im Einzelfall eine behördliche Prüfung durchzuführen.

## **2.3 Strahlenschutz**

### **2.3.1 Strahlenschutzkonzept**

Entsprechend § 6 StrlSchV /2/ ist jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden. Dabei ist jede Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt auch unterhalb der Grenzwerte unter Berücksichtigung des Stands von Wissenschaft und Technik und aller Umstände des Einzelfalls so gering wie möglich zu halten. Daher sind auch die Handhabungs- und Überwachungsmaßnahmen mit Personaleinsatz im Lagerbereich so gering wie möglich zu halten. Aus diesem Schutzziel leiten sich Anforderungen an die Lagerung der radioaktiven Abfälle ab. Bezüglich eines Strahlenschutzkonzeptes besteht die übergeordnete Anforderung einer sicheren und wartungsfreien längerfristigen Zwischenlagerung der radioaktiven Abfälle.

Entsprechend § 34 StrlSchV /2/ ist für den Betrieb der Anlagen und technischen Einrichtungen zur längerfristigen Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle eine Strahlenschutzanweisung zu erstellen. In dieser sind die genannten Schutzziele und die daraus abgeleiteten Anforderungen und Strahlenschutzmaßnahmen aufzuführen. In der Strahlenschutzanweisung sind auch die Maßnahmen für die Beschäftigten zur Sicherstellung der Fachkunde im Strahlenschutz und zur Förderung einer sicherheitsgerichteten Denkweise und Handlungsweise entsprechend den Vorgaben der Strahlenschutzverordnung festzulegen.

Für anfallende Wartungs-, Kontroll- und Instandsetzungsarbeiten müssen entsprechende Arbeitsmittel und Einrichtungen vorhanden oder in angemessener Zeit beschaffbar sein. Dies ist im Einzelfall zu konkretisieren. Die Planung und Durchführung dieser Arbeiten ist unter Strahlenschutz Gesichtspunkten in einem Verfahren zur Arbeitsfreigabe zu regeln.

### **2.3.2 Abschirmung der ionisierenden Strahlung**

Bei der Zwischenlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen ist die Abschirmung der ionisierenden Strahlung zum Schutz der Bevölkerung (§ 46 StrlSchV) und des Betriebspersonals (§ 43 StrlSchV) durch die Auslegung der Abfallbehälter und/oder Lagerbereiche, das Lagerkonzept und das Lagergebäude sicherzustellen.

Für eine Person der Bevölkerung beträgt der Grenzwert der effektiven Dosis 1 Millisievert im Kalenderjahr. Dieser Grenzwert gilt auch für nicht beruflich strahlenexponierte Personen auf dem Betriebsgelände und ist als Summe der Strahlenexposition aus der Direkt- und Streustrahlung des Zwischenlagers und unter

Einbeziehung von Beiträgen zur Strahlenexposition aus Ableitungen, Direkt- und Streustrahlung aller anderen kerntechnischen Anlagen am Standort einzuhalten. Die für die Bestimmung der Strahlenexposition maßgebliche Aufenthaltszeit einer Person der Bevölkerung richtet sich nach den Gegebenheiten am Standort; liegen keine begründeten Angaben für Aufenthaltszeiten vor, ist Daueraufenthalt anzunehmen.

Für den Betrieb eines Zwischenlagers müssen die Dosisleistungswerte der einzulagernden Abfallgebinde bzw. Komponenten so festgelegt werden, dass die Anforderungen der §§ 55 und 56 StrlSchV hinsichtlich der Dosen von Einzelpersonen sicher eingehalten werden können.

Beim Nachweis der erforderlichen Abschirmung der Abfallbehälter und der Lager bzw. der Lagerräume durch Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung und auf dem Betriebsgelände ist die Gammastrahlung einschließlich auftretender Streustrahlung und Sekundärstrahlung zu berücksichtigen.

Bei der Anordnung der Abfallgebinde im Lager ist der gegenseitige Selbstabschirmungseffekt der Abfallgebinde zu berücksichtigen. Es sind bei der Festlegung der Anordnung auch die Gesichtspunkte der Zugänglichkeit und Kontrollierbarkeit der Abfallgebinde zu beachten.

Ein versehentliches Entfernen von beweglichen Abschirmungen bzw. ein unnötiges Offenstehen von Toren mit Abschirmfunktion ist zu vermeiden.

Bei der Auslegung des Lagergebäudes, insbesondere bei der Ausführung von Lüftungsöffnungen, Toren, Dehnungsfugen ist dem Aspekt der Abschirmung Rechnung zu tragen.

### **2.3.3 Strahlenschutzbereiche und betrieblicher Strahlenschutz**

Die Gesamtanlage ist entsprechend § 36 StrlSchV in Strahlenschutzbereiche einzuteilen und zu kennzeichnen. In den Strahlenschutzbereichen sind die Ortsdosis oder Ortsdosisleistung bei Belegungsänderung und in regelmäßigen Abständen zu messen und zu dokumentieren. Diese Messungen sind an repräsentativen Stellen vorzunehmen. Dabei sind die Gammadosisleistung und ggf. die Neutronendosisleistung zu erfassen.

Die Raumluft in Arbeitsbereichen, in denen Kontaminationen auftreten können, ist zu Kontrollzwecken in regelmäßigen Abständen, z. B. durch mobile Luftprobensammler, entsprechend § 39 StrlSchV zu überwachen. Bei der Lagerung von Gebinden mit signifikanten Inventaren von H-3 und C-14 sind die potenziellen Emissionen im Hinblick auf die Einhaltung der Anforderungen der Strahlenschutzverordnung zu bewerten und ggf. Raumluftüberwachungsmaßnahmen vorzusehen.

Arbeitsplätze und Gegenstände sind in angemessener Weise auf Kontaminationsfreiheit zu überprüfen, die Ergebnisse sind zu dokumentieren (§ 44 StrlSchV). Zur Beseitigung von Kontamination sind organisatorische Festlegungen zu treffen und geeignete Mittel vorzuhalten bzw. diese müssen kurzfristig beschaffbar sein.

Die Körperdosis von beruflich strahlenexponierten Personen, die sich im Kontrollbereich aufhalten, ist für Gammastrahlung und erforderlichenfalls Neutronenstrahlung mit geeigneten amtlichen Dosimetern zu ermitteln und zu dokumentieren (§§ 40, 41, 42 StrlSchV). Bei den Arbeiten in den Zwischenlagern sind

neben den amtlichen Dosimetern jederzeit ablesbare Dosimeter einzusetzen, die dem jeweiligen Stand der Technik entsprechen. Bei der Einrichtung von Arbeitsplätzen ist der Schutz des Personals vor äußerer und innerer Strahlenexposition vorrangig durch technische Maßnahmen sicherzustellen (§ 43 StrlSchV).

Die eingesetzten und vorgehaltenen Strahlungsmessgeräte müssen entsprechend § 67 StrlSchV den Anforderungen des Messzweckes genügen und regelmäßig auf ihre ordnungsgemäße Funktionstüchtigkeit geprüft und gewartet werden. Die Messgeräte sind in ausreichender Zahl vorzuhalten.

#### **2.3.4 Strahlenschutz der Umgebung**

Bei Zwischenlagern ist an repräsentativen Stellen, z. B. am Zaun der Anlage, die Ortsdosis im Hinblick auf die Einhaltung der Grenzwerte des § 46 StrlSchV zu messen. Die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /11/ ist für Anlagen mit Genehmigungen nach dem Atomgesetz zu berücksichtigen bzw. bei Anlagen mit Genehmigungen nach der Strahlenschutzverordnung sinngemäß für die Dosismessung anzuwenden.

Umfangreichere Überwachungsmaßnahmen sind dann vorzusehen, wenn eine Ableitung von radioaktiven Stoffen im bestimmungsgemäßen Betrieb (§ 47 StrlSchV) zu unterstellen ist. Kann die Rückhaltewirkung der Abfallbehälter hinsichtlich der flüchtigen radioaktiven Stoffe (z. B. H-3 und C-14) nicht sichergestellt werden, sind die daraus resultierenden Ableitungen zu ermitteln und im Hinblick auf die Einhaltung der Grenzwerte des § 47 StrlSchV zu bewerten.

#### **2.4 Bauliche Anforderungen für neu zu errichtende Lagerhallen**

Die baulichen Anlagen sind entsprechend den Landesbauordnungen der Bundesländer und gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu errichten. Zusätzlich ergeben sich aus den sicherheitstechnischen Untersuchungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb des Zwischenlagers über einen Zeitraum von bis zu 40 Jahren sowie zu Störfällen weitere Auslegungsanforderungen:

- Bei der Auslegung des Gebäudes ist die vorgesehene Nutzungsdauer im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit und Funktionsfähigkeit der Baustoffe zu berücksichtigen.
- Der Boden im Lagerbereich muss eine ausreichende Druck- und Verschleißfestigkeit aufweisen.
- Die Bodenplatte des Lagers muss für das Befahren mit Transportfahrzeugen und für die Behälterlasten entsprechend der vorgesehenen Belegung ausgelegt sein. Dabei sind auch Teilbelegungszustände zu berücksichtigen.
- Bei der Bauwerksauslegung ist ggf. auch der Anprall von Lasten bei Transportvorgängen zu berücksichtigen. Ebenso sind die Kranlasten und Lasten anderer schwerer Anlagenteile, z. B. Abschirmschotts, sowie Sonderlasten aus den Einwirkungen von innen und von außen zu berücksichtigen.

- Die für das Gebäude mit Empfangs- und Lagerbereich verwendeten Baustoffe - ausgenommen die Dekontbeschichtungen - müssen „nicht brennbar“ (Klasse A nach DIN 4102, Teil 1 /7/, KTA 2101) sein (vgl. Abschnitt 2.5.4).
- Das Bauwerk ist mit Erdungs- und Blitzschutzanlagen entsprechend dem konventionellen Regelwerk auszustatten. Höhere Anforderungen sind nur dann zu berücksichtigen, wenn Überwachungs- und Schutzfunktionen betroffen sein können.
- Das Lagergebäude muss für den Lastfall Brand nach DIN 4102, Teil 2 bis 4 /7/ standsicher ausgelegt sein.
- Die Fußbodenoberkante des Gebäudes muss oberhalb des Wasserstandes für das hundertjährige Hochwasser liegen bzw. es sind sonstige bauliche Maßnahmen gegen das Eindringen von Wasser zu treffen. Temporäre Maßnahmen sind für das zehntausendjährige Hochwasser vorzusehen.
- Die Beherrschung der in Kapitel 2.6 und 2.7 festgelegten Einwirkungen ist nachzuweisen.

## **2.5 Technische Einrichtungen**

### **2.5.1 Hebezeuge und sonstige Transporteinrichtungen**

Hebezeuge, die für die Handhabung der Abfälle eingesetzt werden, sind nach den allgemeinen Unfallverhütungsvorschriften auszulegen. Die Hebezeuge und Einrichtungen müssen so beschaffen sein, dass auch bei längerfristiger Zwischenlagerung die eingelagerten Abfallgebilde sicher gehandhabt werden können. Dazu sind regelmäßige Wartungen und Prüfungen durchzuführen. Wenn die Hebezeuge und Transporteinrichtungen über einen längeren Zeitraum nicht verwendet werden, können diese regelmäßigen Maßnahmen durch Prüfungen vor der Wiederinbetriebnahme ersetzt werden. Die Wartungs- und Prüfintervalle sind der Nutzung und der erforderlichen Betriebsbereitschaft anzupassen.

Auch nach dem Abschluss der Einlagerung ist sicherzustellen, dass alle notwendigen Hebezeuge und Transporteinrichtungen vor Ort vorhanden sind bzw. kurzfristig beschafft und eingesetzt werden können.

### **2.5.2 Konditionierung der Raumluft**

Für die längerfristige Zwischenlagerung von Stahlblechbehältern ohne zusätzliche Korrosionsschutzmaßnahmen und Abfällen, die keinen hermetischen Abschluss von der Hallenatmosphäre aufweisen, ist eine ausreichende Begrenzung der relativen Feuchte der Raumluft sicherzustellen. Zu diesem Zweck kann eine Raumluftkonditionierung der Lagerhalle erforderlich sein. Dazu können Luftentfeuchtungsanlagen oder (Boden-)Heizungen eingesetzt werden. Erforderlichenfalls sind Maßnahmen festzulegen, die eine ausreichende bodennahe Lüftung der Abfallgebündel ermöglichen. Zu diesem Zweck können die Abfallgebünde z. B. auf Gitterroste abgestellt werden.



### **2.5.3 Elektrotechnische Einrichtungen**

Die elektrotechnischen Einrichtungen müssen für die vorgesehene Lagerungsdauer ausgelegt werden, wenn sie durch die eingelagerten Abfälle nur unter erheblichem strahlenschutztechnischem Aufwand zugänglich sind. Die Wartungs- und Prüfintervalle sind der Nutzung und der erforderlichen Betriebsbereitschaft anzupassen.

### **2.5.4 Brandschutz und Brandschutzeinrichtungen, Explosionsschutz**

Für die gesamte vorgesehene Lagerungsdauer sind Maßnahmen zur Vermeidung von Brandlasten und Zündquellen, zur frühzeitigen Erkennung und zur wirksamen Bekämpfung eines Brandes festzulegen. Ist eine Bildung von explosiven Gasgemischen durch eine Freisetzung aus den eingelagerten Abfällen zu unterstellen, sind geeignete Maßnahmen zur Vermeidung zu treffen.

Die Integrität der eingelagerten Abfallbehälter muss auch hinsichtlich des Brandschutzes langfristig gewährleistet sein, da sich durch einen Verlust der Integrität auch die Brandlast im Lager erhöhen kann.

## **2.6 Einwirkungen von innen**

Hinsichtlich des Schutzes vor sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignissen in Zwischenlagern (§ 49 StrlSchV) und sonstigen Anlagen und Einrichtungen (§ 50 StrlSchV) sind Maßnahmen bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzvorkehrungen gegen Störfälle zu treffen, durch die die Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung begrenzt werden. Dabei sind bei Zwischenlagern in Kernkraftwerken (Genehmigung nach § 7, Abs. 1 AtG) die Planungswerte des § 49 StrlSchV zu Grunde zu legen, bei sonstigen Abfallzwischenlagern (Genehmigung nach § 7 StrlSchV bzw. § 7, Abs. 3 AtG bei Stilllegung) gelten die Anforderungen des § 50 StrlSchV. Die Art und der Umfang von Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des Einzelfalles (Gefährdungspotential der Anlage/Einrichtung, Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Störfalles) und die Schutzziele sollen in einer noch zu erarbeitenden AVV zu § 50 StrlSchV festgelegt werden. Detaillierte Anforderungen zur Begrenzung der Störfallauswirkungen für die betroffenen Zwischenlager werden deshalb nicht in diesen Sicherheitsanforderungen definiert.

In beiden Fällen (§ 49 und § 50 StrlSchV) ist in einer Störfallanalyse zu untersuchen, welche Betriebsstörungen und Störfälle bei der Lagerung schwach- und mittelradioaktiver Abfälle auftreten können. Hierzu sind die Gegebenheiten der Lagerung einschließlich möglicher langfristiger Effekte und Einwirkungen aus anderen Anlagen am Standort sowie die Betriebsabläufe systematisch zu analysieren sowie Erfahrungen aus vergleichbaren Anlagen zu berücksichtigen.

Aus dieser Analyse sind die für die Lagerung auslegungsbestimmenden Störfälle abzuleiten und gegenüber den zum anomalen Betrieb gehörenden Betriebsstörungen sowie Restrisikoereignissen abzugrenzen. Menschliches Fehlverhalten ist bei der Analyse der Störfallmöglichkeiten oder eine Aktivitätsfreisetzung zu berücksichtigen. Für auslegungsbestimmende Störfälle ist die Einhaltung der Anforderungen der §§ 49 bzw. 50 StrlSchV durch Berechnung der möglichen radiologischen Auswirkungen nachzuweisen, sofern

nicht die Störfallmöglichkeit aufgrund der nachgewiesenen getroffenen Vorsorge ausgeschlossen werden kann.

Als auslegungsbestimmende Störfälle sind bei der Lagerung schwach- und mittelaktiver Abfälle in der Regel die folgenden anlageninternen Ereignisse zu betrachten:

### **Mechanische Einwirkungen wie**

- Absturz eines Abfallgebundes oder einer Komponente aus der maximal in Frage kommenden Höhe in der ungünstigsten Aufprallposition und
- Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last auf die Abfallgebäude.

### **Brand**

Zu berücksichtigen sind die maximalen stationär und temporär im Lager befindlichen Brandlasten. Zusätzlich zu den für das Rückhaltevermögen der Abfallgebäude zu führenden Nachweisen sind mögliche Brände in der Anlage mit potenziellen Aktivitätsfreisetzungen zu analysieren. Für die Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Abfallgebäude sind die Brandzeit und –temperatur maßgebend.

Auch wenn der Abfallbehälter selbst nicht brennbar ist, kann es bei Brandeinwirkung zu einer Radionuklidfreisetzung kommen. Die Freisetzungsmechanismen Pyrolyse, Verdampfung und Sublimation sind ebenfalls zu betrachten. Die Begrenzung des maximalen Aktivitätsinventars der gelagerten radioaktiven Abfälle ist bei der Analyse der Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung zu berücksichtigen.

Abfälle in starkwandigen Gussbehältern tragen nicht zur Brandlast bei. Weiterhin können Abfälle in Betonbehältern als nicht brennbar eingestuft werden. Dabei ist es ohne Belang, ob die enthaltenen Abfallfässer in Beton vergossen sind oder nicht.

Radioaktive Abfälle in anderen Behältern sind für die Störfallbetrachtung als nicht brennbar einzustufen, wenn alle folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- Die radioaktiven Abfälle befinden sich in verschlossenen Abfallbehältern, wie z. B. in Stahlblechbehältern.
- In den radioaktiven Abfallgebünden befinden sich keine selbstentzündlichen oder explosiven Stoffe.
- Im Lagerbereich sind keine Materialien vorhanden, die eine entsprechende Wärmemenge freisetzen können, welche die Integrität und Dichtheit der gelagerten Abfallbehälter beeinträchtigen kann.

### **Ausfälle sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen**

Es sind Ereignisse zu betrachten wie:

- Ausfall der Stromversorgung,
- Ausfall leittechnischer Einrichtungen und
- Ausfall von Hebezeugen und Transportmitteln.

## **2.7 Einwirkungen von außen**

Für die Zwischenlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen sind in der Regel folgende Einwirkungen von außen in die Analyse der potenziellen Auswirkungen einzubeziehen:

- Naturbedingte Einwirkungen von außen, z. B. Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, Waldbrände, Erdbeben, Erdbeben.
- Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen, wie Einwirkungen schädlicher Stoffe, Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen, von außen übergreifende Brände, Bergschäden, Flugzeugabsturz.

Standortspezifische Besonderheiten sind erforderlichenfalls zusätzlich zu berücksichtigen.

Mögliche Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen werden in Kapitel 2.8 behandelt. Einwirkungen von außen durch beabsichtigtes Eingreifen Dritter werden im Rahmen des Schutzes gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter betrachtet und hier nicht weiter behandelt.

### **2.7.1 Naturbedingte Einwirkungen von außen**

Die Lastannahmen für naturbedingte Einwirkungen sind den Standortgegebenheiten entsprechend festzulegen.

- Das Lagergebäude ist gegen Blitzschlag nach den einschlägigen VDE-Richtlinien und - Bestimmungen zu schützen (siehe auch Kap. 2.4).
- Der Standort des Lagers sollte hochwasserfrei sein. Kann eine Überflutung durch Hochwasser nicht ausgeschlossen werden, so muss das Lagergebäude mit geeigneten Maßnahmen gegen das Eindringen von Wasser geschützt werden (vgl. Kap. 2.4).
- Zur Festlegung der Art der Erdbebenauslegung eines Zwischenlagers ist anlagenspezifisch zu untersuchen, ob durch postulierte Schäden infolge eines Erdbebens – z. B. Einsturz des Lagergebäudes, Absturz schwerer Lasten, Herabfallen bzw. Umstürzen von Abfallbinden oder Brand - die Strahlenexposition durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in der Umgebung den Planungswert von 50 mSv (effektive Dosis) überschreiten kann. Ist dies der Fall, sind die Anlagenteile des Zwischenlagers in sinngemäßer Anwendung nach der KTA-Regel 2201 zu klassifizieren und gegen Erdbeben auszulegen.

### **2.7.2 Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen**

Die Lastannahmen für zivilisatorisch bedingte äußere Einwirkungen richten sich unter Beachtung der Gegebenheiten des Standorts nach dem Stand von Wissenschaft und Technik. Im Rahmen einer Störfallanalyse ist darzulegen, welche Auswirkungen durch zivilisatorisch bedingte äußere Einwirkungen zu erwarten sind. Die Entscheidung, welche Ereignisse als Auslegungsstörfälle im Sinne der

Strahlenschutzverordnung zu bewerten sind und für welche nur Schutzmaßnahmen unter dem Gesichtspunkt der Minimierung der Schadensauswirkung erforderlich sind, hat sich an der Eintrittshäufigkeit und den Auswirkungen der Ereignisse zu orientieren.

Flugzeugabsturz, Druckwelle und Eindringen toxischer Stoffe sind in der Regel auslegungsüberschreitende Ereignisse. Hierzu können ausgehend von den Lastannahmen aus den RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren für Flugzeugabsturz /16/ bzw. der BMI-Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen /4/ und von den eingelagerten Radionuklidinventaren sowie deren Freisetzungsverhalten Maßnahmen zur Schadensreduzierung bei Flugzeugabsturz und von außen auftreffenden Druckwellen betrachtet werden. Dem Gesichtspunkt der Reduzierung der Schadensauswirkung ist dann genügt, wenn auch bei diesen Ereignissen die unter realistischen Randbedingungen ermittelten radiologischen Auswirkungen einschneidende Maßnahmen des Notfallschutzes nicht erforderlich machen (siehe §7 Abs. 2a AtG). Die Reduzierung der Schadensauswirkungen bei Flugzeugabsturz und Druckwellen kann entweder durch den Abfallbehälter/Gebinde oder durch die Kombination von Abfallbehälter/Gebinde und Lagergebäude erreicht werden.

## **2.8 Wechselwirkung mit bestehenden kerntechnischen Anlagen**

Sofern am Standort des Zwischenlagers weitere kerntechnische Anlagen zur Strahlenexposition der Bevölkerung beitragen, sind diese Anlagen bei der radiologischen Vorbelastung zu berücksichtigen. Der Grenzwert für die Strahlenexposition von Einzelpersonen der Bevölkerung ist gemäß § 46, Abs. 3 StrlSchV unter Berücksichtigung der Direkt- und Streustrahlung und der Ableitungen aus den kerntechnischen Anlagen einzuhalten.

## **3 Qualitätssicherung und Produktkontrolle**

Die Aufgabe der Produktkontrolle radioaktiver Abfälle ist es, einerseits im Rahmen der Verfahrensqualifikation vor Durchführung der eigentlichen Arbeiten die Erfüllung der Endlagerungs- und Zwischenlagerungsbedingungen und deren Nachweis sicherzustellen. Dies setzt organisatorische und administrative Regelungen voraus, durch die die Verantwortungsbereiche, Aufgaben und Tätigkeiten der Beteiligten festgelegt werden. Andererseits wird im Rahmen der Produktkontrolle arbeitsbegleitend die Einhaltung der genannten Anforderungen nachgewiesen und die ordnungsgemäße Durchführung der genehmigten Verfahren dokumentiert. Festlegungen zur Durchführung der Produktkontrolle im Hinblick auf die Endlagerung bestehen auf der Grundlage der Strahlenschutzverordnung, der Endlagerungsbedingungen und des Beschlusses des Bund-Länderausschusses vom Dezember 1994. Die Beteiligten an der Produktkontrolle sind die Aufsichtsbehörden der Abfallverursacher und der Zwischenlager, das für das Endlager zuständige Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), die beigezogenen Sachverständigen dieser Behörden, die Abfallverursacher und in ihrem Auftrage tätige Dienstleistungsunternehmen sowie die Betreiber der Zwischenlager.

Art und Umfang der Maßnahmen bei der Produktkontrolle werden in Abhängigkeit vom Konditionierungsverfahren, von den Eigenschaften der Abfälle und den Anforderungen des vorgesehenen Zwischenlagers und des Endlagers von den zuständigen Behörden festgelegt.

Ein Ablaufschema der Produktkontrolle mit dazugehöriger Erläuterung entsprechend dem Beschluss des Bund-Länderausschusses vom Dezember 1994 ist im Anhang dieser Sicherheitsanforderungen dargestellt. Dieses Verfahren wird grundsätzlich für die überwiegende Zahl von Abfallverursachern praktiziert. Für die längerfristige Zwischenlagerung soll dieses Verfahren weiter sinngemäß durchgeführt werden.

Die Maßnahmen zur Produktkontrolle werden durch die Verfahrensqualifikation vom BfS und ggf. auch durch eine Kampagnenfreigabe von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde festgelegt. Diese Verfahrensqualifikation kann entsprechend dem gestellten Antrag als kampagnenabhängige oder als kampagnenunabhängige Verfahrensqualifikation durchgeführt werden.

### **3.1 Qualifikation von Verfahren**

Bei der Qualifikation von Konditionierungsverfahren sind die Maßnahmen der Abfallverursacher, der Transportunternehmen, der Konditionierer und der Betreiber von Zwischenlagern unter Berücksichtigung von Bewertungen, begleitenden Kontrollen und Inspektionen durch unabhängige Sachverständige entsprechend den Vorgaben der zuständigen Behörden zu betrachten.

Entsprechend den Anforderungen zur Produktkontrolle für die Schachtanlage Konrad (/8/ und /5/) sind die einzelnen Arbeits- und Prüfschritte für eine kampagnenunabhängige Verfahrensqualifikation vom Antragsteller in einem Handbuch zu beschreiben. In der Regel wird von den Antragstellern eine kampagnenabhängige Verfahrensqualifikation mit der Vorlage eines Ablaufplanes beantragt. Dieses Verfahren hat sich seit seiner Einführung 1988 grundsätzlich auch für die Zwischenlagerung bewährt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Erfüllung der Anforderungen aus der Endlagerung, der Zwischenlagerung und dem Aufsichtsverfahren für Abfallkampagnen durch eine derartige kampagnenabhängige Verfahrensqualifikation sichergestellt werden kann.

Im Rahmen der Verfahrensqualifikation ist das gesamte Konditionierungsverfahren von der Erfassung der Rohabfälle bis zur Feststellung der Endlagerfähigkeit der Abfallbinde dem BfS, bzw. der Aufsichtsbehörde darzulegen. Eine Unterbrechung der Abfallbehandlung zur längerfristigen Zwischenlagerung von teilbehandelten Abfällen ist bei technisch sinnvollen Schritten zulässig. Diese Unterbrechung ist im Rahmen der Kampagnenanmeldung und der Verfahrensqualifikation genau zu definieren und die sicherheitstechnische Unbedenklichkeit zu begründen.

### **3.2 Qualifikation der Abfallbehälter**

Festlegungen zur Qualifikation der Abfallbehälter sind durch die Transportvorschriften, die Produktkontrollvorschriften zu den Endlagerungsbedingungen (/8/ und /5/) und durch die jeweiligen Annahmebedingungen für die Zwischenlager festgeschrieben.

Die Einhaltung der Anforderungen an Abfallbehälter bzw. Verpackungen muss grundsätzlich durch Baumusterprüfungen und begleitende Fertigungskontrollen gewährleistet werden. Die Qualifizierung und Zulassung der Abfallbehälter ist durch die zuständigen Behörden für die Zwischen- und Endlagerung zu bestätigen. Soweit die Anforderungen aus dem Verkehrsrecht die Anforderungen aus der Zwischen- und Endlagerung abdecken, können dafür ggf. Nachweise aus dem Verkehrsrecht ausreichend sein.

Festlegungen zur Durchführung der Prüfungen durch Werkssachverständige bzw. durch unabhängige Sachverständige und zur Durchführung und Überprüfung qualitätssichernder Maßnahmen und Kontrollen bei Herstellung, Befüllung und Lagerung der Abfallbehälter sind in den Produktkontrollvorschriften zu den Endlagerungsbedingungen (/8/ und /5/) aufgeführt und in den Annahmebedingungen der jeweiligen Zwischenlager zu übernehmen.

Die Zulassung der Verpackungen für die End- bzw. Zwischenlagerung erfolgt durch die jeweils zuständigen Behörden.

### **3.3 Dokumentation**

In die Dokumentation zur Einlagerung in ein Zwischenlager sind die wesentlichen Daten zu den Abfallgebinden und zur Abfallherkunft sowie auch zum Zweck der Endlagerung bzw. späteren Freigabe aufzunehmen. Vorgaben zu den zu dokumentierenden Daten sind in der Anlage X der Strahlenschutzverordnung /2/ festgelegt. Angaben zu Aufbau und Inhalt einer Abfallgebindedokumentation finden sich beispielhaft in den Technischen Annahmebedingungen für das Zwischenlager Abfalllager Gorleben /15/ und in den Anforderungen zur Produktkontrolle für die Schachanlage Konrad (/8/ und /5/).

Die Dokumentation der Abfallgebinde für die Zwischenlagerung ist in Anlehnung an die bestehenden Anforderungen für eine Endlagerung aufzubauen und muss alle Angaben enthalten, um daraus die für die spätere Endlagerung bzw. Freigabe notwendige Dokumentation zu erstellen. Über die Erfüllung der Anforderungen der jetzt vorliegenden Endlagerungsbedingungen hinaus sollen daher auch alle weiteren Kenntnisse über Abfallherkunft, Abfallfluss, Konditionierungsverfahren und Verpackung erfasst und dokumentiert werden, um eine Nachdeklaration von endlagerrelevanten Eigenschaften zukünftiger Endlagerungsbedingungen grundsätzlich ohne zusätzliche Messungen zu ermöglichen. Auf der Grundlage der Angaben zu den Rohabfällen, zur Verarbeitung und Verpackung sind Angaben zur stofflichen Zusammensetzung der einzulagernden Abfallgebinde zu machen.

Der Umfang der Deklaration von Radionukliden und stofflichen Bestandteilen orientiert sich an den jeweils restriktivsten Anforderungen der Endlagerungsbedingungen für die Schachanlage Konrad /5/ bzw. der standortunabhängigen Endlagerungsbedingungen /10/.

Zusätzlich zur Erfassung der bekannten Daten der Abfallgebinde und zum Nachweis von Produktkontrollmaßnahmen sind in die Dokumentation die Belege für die Einhaltung der Anforderungen der Zwischenlagerung aufzunehmen. Dies können zum Beispiel weitere Angaben zu Radionukliden mit einer höheren Flüchtigkeit oder zusätzliche Nachweise zur Zulassung der verwendeten Verpackungen sein.

Die Abfallgebindedokumentation kann für jedes Gebinde einzeln oder zusammenfassend für mehrere Gebinde einer Konditionierungskampagne erstellt werden. Dabei sind zumindest die nachfolgend genannten Sachverhalte darzustellen:

- Datenblatt mit Angaben zu Abfallproduktgruppe, Abfallbehälterklasse, Einhaltung von Grenzwerten, Radionuklidinventaren und stofflicher Zusammensetzung,
- Belege zur durchgeführten Verfahrensqualifikation und zur Zustimmung zur Konditionierungskampagne,
- Belege zu den durchgeführten begleitenden Kontrollen durch Sachverständige vor Ort,
- Belege zur Prüfung der Dokumentation und Stellungnahmen der zuständigen Behörden (nach Prüfung und Stellungnahme nachzutragen),
- Beschreibung der Herkunft und Zusammensetzung der Rohabfälle,
- Beschreibung des Konditionierungsablaufs, z. B. anhand einer Betriebsdatenerfassung, einschließlich eventuell aufgetretener Abweichungen und Besonderheiten sowie der durchgeführten begleitenden Kontrollen,
- Zusammenstellung der Analyse- und Messdaten (Aktivitäts-, Gas- und Materialanalysen, Dosisleistungen, Kontaminationen),
- Beschreibung der Aktivitätsberechnung/Aktivitätsbestimmung Berechnung und Deklaration der Aktivitäten der endlagerungsrelevanten Radionuklide und des Gesamtinventars,
- Beschreibung des Abfallbehälters mit Angaben zur Zulassung und zu durchgeführten Bauartprüfungen, Nachweis der Langzeitbeständigkeit/Korrosionsfestigkeit bei Stahlblechbehältern (Fässer, Container) und
- Unterlagen zur Herkunft (z. B. Fasslisten, Transportpapiere, Übernahmeprotokolle der Konditionierungsstätte etc.).

Für die längerfristige Zwischenlagerung von Abfällen, die noch nicht bis zur Endlagerfähigkeit konditioniert wurden, wie zum Beispiel unzerlegten Großkomponenten, ist unter Berücksichtigung der in der jeweiligen Lagergenehmigung festgelegten Anforderungen die Dokumentation sinngemäß zu erstellen.

Zur Gestaltung einer Abfallgebindedokumentation sind allgemeine Qualitätsanforderungen an Dokumentationen hinsichtlich der Eindeutigkeit und der Vollständigkeit zu beachten. Der Zugriff und die Lesbarkeit der Dokumentation müssen für die gesamte Zeit der längerfristigen Zwischenlagerung bis



einschließlich der Einlagerung in ein Endlager oder einer Freigabe nach § 29 StrlSchV gesichert sein. Hierbei kann in Anlehnung an die KTA 1404, Anlage B /12/ hinsichtlich allgemeiner Anforderungen zur Dokumentation vorgegangen werden. Eventuell anderweitig festgelegte Aufbewahrungsfristen sind mindestens an die vorgesehene Zwischenlagerzeit anzupassen.

### **3.4 Altabfälle**

Altabfälle sind bereits vorhandene Abfallprodukte bzw. Abfallgebinde, die nicht nach einem qualifizierten Verfahren hergestellt wurden. Insbesondere werden Abfälle mit einer nach heutigen Maßstäben unzureichenden Dokumentation mit diesem Begriff belegt. Für diese Abfälle sind Maßnahmen zu treffen, die eine Einhaltung der Schutzziele der Zwischenlagerung sicherstellen und die eine spätere Einhaltung von Anforderungen eines Endlagers ohne zusätzlichen Aufwand zur Charakterisierung ermöglichen. Grundsätzlich sind somit diese Altabfälle vergleichbar zu betrachten wie neu anfallende Rohabfälle.

Eine Nachqualifikation der Altabfallgebinde ist zunächst durch eine Dokumentenrecherche und ggf. zusätzliche Untersuchungen durchzuführen. Die vorliegende Dokumentation zu den Abfällen werden gesichtet und die vorhandenen Kenntnisse zusammengestellt und ausgewertet. Die erforderlichenfalls anschließenden Untersuchungen an den Abfallgebinden haben das Ziel, aufgefundene Dokumentationslücken zu schließen. Diese Nachqualifizierungskampagnen sind wie Kampagnen zur Konditionierung neu entstandener Abfälle zur Produktkontrolle bei der zuständigen Behörde anzumelden. Im Rahmen der Beurteilung einer Qualifizierungskampagne ist die vorhandene Altgebindedokumentation zusammen mit einem Ablaufplan bei den zuständigen Landes- und Bundesbehörden einzureichen.

Die Maßnahmen zur Nachqualifikation der vorhandenen Altabfälle sind so zügig wie möglich aufzunehmen. Kann durch Recherchen die Eignung der vorhandenen Abfallprodukte und Abfallgebinde für eine längerfristige Zwischenlagerung nicht nachgewiesen werden, sind umgehend Nachuntersuchungs- und gegebenenfalls Nachkonditionierungskampagnen zu planen und durchzuführen. Bei der Nachqualifikation erkannte Mängel von Abfallgebinden sind durch qualifizierte Behandlungsverfahren zu beheben.

Ergibt diese Recherche nur Lücken in der Dokumentation, so kann die Nachqualifikation von Altabfällen durch Untersuchungen mit dem Ziel, die Gebindedokumentation für die spätere Endlagerung zu vervollständigen, in Abhängigkeit von den Gegebenheiten des Zwischenlagers durchgeführt werden.

## **4 Betrieb der Anlage**

Die Sicherheitsanforderungen zielen im Wesentlichen auf den längerfristigen Betrieb derzeit bestehender Anlagen zur Zwischenlagerung ab, bei denen zum Zeitpunkt der Erteilung der Genehmigung noch nicht absehbar war, dass sich die Lagerzeit der Abfälle über mehrere Jahrzehnte erstrecken kann. Im Hinblick auf diese lange Lagerzeit können sich u. a. auch Rückwirkungen auf die Gestaltung des Lagerbetriebs ergeben. Die Sicherheitsanforderungen sind in ihren sicherheitstechnischen Grundsätzen aber auch für neu zu errichtende Lager anzuwenden. Es wird daher im Folgenden darauf hingewiesen, wenn sich einzelne Bestimmungen ausschließlich auf neu zu errichtende Lager beziehen.

Es ist ferner nach Lagerkonzepten zu differenzieren, d. h. nach dem jeweiligen Beitrag, den das Abfallprodukt, der Abfallbehälter, das Abfallgebäude bzw. das Lagergebäude bei der Erfüllung der Sicherheitsanforderungen leisten. Weitere Differenzierungen können sich im Hinblick auf das Spektrum der eingelagerten Abfälle ergeben.

#### **4.1 Grundsätze für den Betrieb**

Die Errichtung und der Betrieb des Zwischenlagers haben so zu erfolgen, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist. Dabei sind insbesondere folgende Betriebszustände zu betrachten:

- bei neu errichteten Lagern: alle Vorgänge zum erstmaligen Erreichen des Normalbetriebszustandes der Anlage (Inbetriebnahme),
- der bestimmungsgemäße Betrieb,
- die Erkennung und Beherrschung von Störungen und Störfällen sowie die Beseitigung ihrer Folgen und
- die rechtzeitige Erkennung von nachteiligen Veränderungen der Rückhalteeigenschaften des Abfallproduktes, der Abfallgebäude bzw. des Lagergebäudes.

Zur sicheren Durchführung der Betriebsvorgänge ist der gesamte Betrieb geeignet zu strukturieren. Dazu sind folgende Anforderungen einzuhalten:

- Alle Betriebsvorgänge sind klar darzulegen.
- Alle Einrichtungen, die zur sicheren Durchführung des Betriebs erforderlich sind, sind anzugeben.
- Den Betriebsvorgängen sind Personen zuzuordnen, die zur Durchführung berechtigt sind.

Insbesondere sind die erforderlichen personellen, organisatorischen und die Sicherheit betreffenden administrativen Voraussetzungen zu schaffen und nachzuweisen. Für die Betriebsvorgänge sowie die Beherrschung von Störfällen und die Beseitigung von Störfallfolgen sind eindeutige Anweisungen in einem Betriebshandbuch auszuarbeiten. Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sind klar festzulegen.

#### **4.2 Inbetriebnahme neu errichteter Lager**

Vor Beginn des Lagerbetriebs sind alle Einrichtungen des Lagers Inbetriebsetzungsprüfungen zu unterziehen. Diese Prüfungen sind in einem Inbetriebsetzungsprogramm festzulegen. Sie dienen dem Nachweis, dass die Einrichtungen des Lagers für den geplanten Betrieb geeignet errichtet wurden.

Vor der ersten Einlagerung von Abfällen ist der gesamte Handhabungs- und Abfertigungsablauf einschließlich der Strahlenschutzmaßnahmen zu erproben. Bei dieser Erprobung werden gegebenenfalls noch vorhandene Mängel im Ablauf erkannt, der Umgang mit Abfallgebänden optimiert, sowie die vorgesehenen

Verfahrensweisen angepasst und endgültig festgelegt. Vor der ersten Einlagerung einer neuen Gebindeart ist jeweils eine inaktive Erprobung durchzuführen.

### **4.3 Betrieb**

Es ist in sinngemäßer Anwendung der KTA 1201 /13/ ein Betriebshandbuch anzulegen, das alle Betriebsvorgänge sowie die bei Störfällen zu ergreifenden Maßnahmen in klaren Betriebsanweisungen beschreibt. Insbesondere sind alle die Sicherheit berührenden Aspekte zu behandeln. Außerdem ist die Vorgehensweise bei der Änderung oder Ergänzung von Anlagenteilen und Verfahren festzulegen. Damit soll sichergestellt werden, dass das Personal bei Betriebsvorgängen bzw. im Bedarfsfall bei Störfällen zügig und handlungssicher die erforderlichen Maßnahmen einleiten und durchführen kann. Es ist durch die vorab vorzunehmende Überprüfung der festgelegten Anweisungen ferner sicherzustellen, dass mögliche Nebenfolgen einer Handlungsweise überprüft und erforderlichenfalls durch die Wahl der Vorgehensweise bzw. durch zusätzliche Anweisungen vermieden bzw. begrenzt werden. Analog kann durch eine Überprüfung von Änderungen von Vorgehensweisen und Ergänzungen von Anlagenteilen vermieden werden, dass sich unerwünschte Auswirkungen auf den Betrieb und auf Sicherheitsaspekte ergeben können.

Vor jeder Einlagerung von Abfällen sind diese einer Eingangskontrolle zu unterwerfen (siehe auch § 75 Abs. 3 StrlSchV). Die Eingangskontrolle dient der Verifikation und muss folgende Nachweise ermöglichen:

- Identifikationskontrolle: Feststellung, ob es sich um die zur Annahme deklarierten Abfälle handelt.
- Einhaltung der Annahmebedingungen: Feststellung, dass die in der Genehmigung des Lagers festgelegten Annahmebedingungen eingehalten sind. Dazu kann auch auf qualitätsgesicherte Angaben des Konditionierers zurück gegriffen werden.
- Verifikation der Angaben des Anlieferers: Feststellung bestimmter spezifischer Kenndaten des Abfalls unabhängig von den Angaben des Anlieferers. Spezifische Kenndaten können z. B. Masse, Dosisleistung und Oberflächenkontamination sein.

Sofern die Einlagerung der Abfälle aus einer benachbarten Anlage des gleichen Betreibers ohne Transport über öffentliche Verkehrswege erfolgt, können bestimmte Teile der Kontrollen, die bereits in der benachbarten Anlage durchgeführt wurden, bei den Eingangskontrollen des Zwischenlagers entfallen.

Grundsätzlich ist für den Einlagerungsbetrieb, der in einer Anweisung oder Vorschrift zu regeln ist, Folgendes zu kontrollieren:

- Masse, Dosisleistung und Oberflächenkontamination der Abfalleinheit (stichprobenweise),
- Zustand und Kennzeichnung der Abfalleinheit und
- Übereinstimmung mit den deklarierten Angaben.

Weiterhin ist Folgendes zu beachten:

- Bei Nichtübereinstimmung sind erweiterte Kontrollen durchzuführen.

- Die Eingangskontrollen erfolgen nur durch geschultes Personal.
- Störungen und Abweichungen an eingehenden Gebinden sind unverzüglich der Aufsichtsbehörde zu melden. Dazu ist ein Meldeschema festzulegen.

Die Einlagerung ist zu protokollieren.

Sollen Abfälle ausgelagert werden, sind bei einem beabsichtigten Transport über öffentliche Wege die notwendigen Nachweise der Einhaltung der verkehrsrechtlichen Bestimmungen zu erbringen. Bei der Auslagerung sind Ausgangskontrollen durchzuführen. Für die abgehenden Gebinde ist eine eindeutige Identifikation und Deklaration vorzunehmen. Auch die Auslagerung ist zu protokollieren.

Muss bei der längerfristigen Zwischenlagerung davon ausgegangen werden, dass die Rückhaltungseigenschaften der Abfallgebände einer relevanten zeitlichen Veränderung unterliegen, sind Maßnahmen für eine rechtzeitige Erkennung nachteiliger Entwicklungen zu treffen. Je nach Lager- und Gebindetyp kommen dafür in Frage:

- Die Einlagerung der Abfallgebände in das Lager kann so erfolgen, dass diese bei Bedarf direkt zugänglich gemacht und Sichtprüfungen bzw. Inspektionen unterzogen werden können.
- Die Sichtprüfungen und Inspektionen werden an Referenzgebänden durchgeführt. Vom Zustand dieser Referenzgebände wird auf den Zustand der übrigen Abfallgebände geschlossen. Dies setzt voraus, dass die Referenzgebände im Hinblick auf denkbare Degradationen ihrer Rückhalteigenschaften unter repräsentativen Bedingungen gelagert werden.

Referenzgebände sind insbesondere dann zu bevorzugen, wenn Sichtprüfungen und Inspektionen direkt am Abfallgebände aufgrund hoher Ortsdosisleistung zu relevanten Strahlenexpositionen führen würden.

Die in den sicherheitstechnischen Untersuchungen verwendeten Annahmen und Randbedingungen für die Gebändereigenschaften und die relevanten Eigenschaften der Abfälle, insbesondere Begrenzungen der Dosisleistungen und des Inventars an Radionukliden, sind in Annahmebedingungen für das Zwischenlager zusammenzustellen. Für die Nachweisführung zur Einhaltung der Annahmebedingungen sind Ausführungsbestimmungen zu erstellen. Hierzu gehören auch Arbeitsanweisungen und Prüfvorschriften, die bei Handhabungen der Gebände zu berücksichtigen sind.

Für sicherheitstechnisch wesentliche Einrichtungen des Lagers, wie z. B.

- Hebezeuge,
- Meldeeinrichtungen,
- Einrichtungen, die dem Strahlenschutz dienen und
- ggf. Lüftungs- und leittechnische Einrichtungen,

sind wiederkehrende Prüfungen durchzuführen. Deren Häufigkeit ist nach der sicherheitstechnischen Bedeutung der zu prüfenden Komponenten unter Berücksichtigung der fachspezifischen Regelungen

festzulegen. Typische Prüfzyklen sind dabei jährlich oder zweijährlich. Die wiederkehrenden Prüfungen sind in einem Prüfhandbuch in sinngemäßer Anwendung der KTA 1202 /14/ festzulegen. Die Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen werden dokumentiert (siehe Kapitel 3.3) und stehen für die Langzeitüberwachung (siehe Kapitel 4.7) zur Verfügung.

Der Betrieb der Anlage ist dahingehend zu überwachen, dass sicherheitstechnisch bedeutsame Störungen des Betriebes und Störfälle zuverlässig erkannt und die im Betriebshandbuch niedergelegten Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. Störungsmeldungen sind zentral zu erfassen, gegebenenfalls weiter zu leiten und zu dokumentieren.

Sicherheitsrelevante Ereignisse aus Inbetriebnahme, bestimmungsgemäßem Betrieb (insbesondere bei Instandhaltung und Inspektion) und wiederkehrenden Prüfungen sind zu dokumentieren. Aus der Auswertung solcher Ereignisse resultierende Konsequenzen sind zu bewerten und ggf. in die betrieblichen Regelungen zu übernehmen.

Art und Umfang dieser Dokumentation sind in sinngemäßer Anwendung der KTA 1404 /12/, Kapitel 9 festzulegen. Die Dokumentation ist nach Anhang B dieser KTA langzeitbeständig zu archivieren.

Erfahrungen aus dem Betrieb vergleichbarer Anlagen sind bei der Betriebsführung des Zwischenlagers zu berücksichtigen. Dies stellt sicher, dass Erfahrungen insbesondere hinsichtlich

- langfristigem Materialverhalten bei Verpackungen,
- Beobachtungen zu langsamen Veränderungen des Abfallproduktes und
- Alterungserscheinungen bei Einrichtungen des Lagers

auf ihre Übertragbarkeit untersucht und bewertet werden. Auf diese Weise können auch sehr langsam ablaufende Vorgänge sowie seltene oder nur bei bestimmten Abfällen auftretende Ereignisse bei der Betriebsführung angemessen berücksichtigt werden. Hierzu sind Verfahrensweisen vorzusehen, die den Erfahrungsaustausch (z. B. auf Basis von Betriebsberichten) zwischen den Betreibern von Zwischenlagern in angemessenen Abständen sicherstellen.

Die technischen Einrichtungen, die für die Handhabung der Gebinde und deren Abtransport eingesetzt werden, müssen so lange verfügbar sein, bis alle Gebinde abtransportiert sind. Dabei muss davon ausgegangen werden, dass ein Abtransport der Gebinde z. B. zum Zweck der Einlagerung in ein Endlager über einen längeren Zeitraum erfolgen kann. Dazu sind

- die erforderlichen Einrichtungen des Lagers (z. B. Hebezeuge) entweder betriebsbereit oder in einem solchen Zustand zu erhalten, dass die Betriebsbereitschaft (z. B. durch eine wiederkehrende Prüfung) kurzfristig hergestellt werden kann,
- für den Transport erforderliche Hilfsmittel (z. B. Overpacks, besondere Verladeeinrichtungen) vorzuhalten,
- die Gebinde in einem Zustand zu erhalten, der die Erfüllung verkehrsrechtlicher Anforderungen grundsätzlich ermöglicht, und

- diejenigen Mittel, die für die Erlangung der transportrechtlichen Zulassung erforderlich werden (z. B. Mess- und Prüfeinrichtungen, Dokumentation), bereit zu stellen.

#### **4.4 Instandhaltung**

Bezüglich Instandhaltung sind die Lagereinrichtungen und die gelagerten Abfälle zu unterscheiden.

Alle Einrichtungen des Lagers, die einer Prüfung oder Instandhaltung bedürfen, sind bei neu zu errichtenden Lagern leicht zugänglich anzuordnen oder durch technische Vorrichtungen zugänglich zu machen. Die räumlichen Verhältnisse müssen so beschaffen sein, dass genügend Platz für Instandhaltungsarbeiten vorhanden ist, wobei aus Strahlenschutzgründen eventuell notwendige zusätzliche Abschirmungen vorgehalten werden müssen. Für die Vorbereitung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind Regelungen in das Betriebshandbuch aufzunehmen.

Auf Grund der langen Lagerzeiten von Gebinden kann nicht ausgeschlossen werden, dass für einzelne Abfallgebände eine Reparatur oder Nachbehandlung erforderlich wird. Werden Schäden an Abfallgebänden festgestellt und haben diese einen relevanten Einfluss auf den Aktivitätseinschluss oder sind Einschränkungen bei der Handhabbarkeit oder bei der Einhaltung von Anforderungen des Brandschutzes nicht ausschließen, sind die Abfallgebände einer Behandlung zuzuführen. Damit dies im Bedarfsfall realisierbar ist, sind Einrichtungen und Maßnahmen kurzfristig verfügbar zu halten. So sind z. B. Overpacks für den Transport der Abfallgebände bereit zu halten oder es ist auf andere Weise sicher zu stellen, dass diese bei Bedarf für die gelagerten Gebindearten rechtzeitig im erforderlichen Umfang verfügbar gemacht werden können. Für diese Reparaturen ist im Anforderungsfall ein Reparaturkonzept zu erstellen und darin darzulegen, auf welche Weise und in welchen Anlagen defekte Gebinde repariert werden.

#### **4.5 Personal**

Das Zwischenlager muss unabhängig von der Situation am Standort über qualifiziertes und ausreichendes Personal verfügen, das die Erfordernisse der Sicherheit gewährleistet und regelmäßig geschult wird. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn Personal nur bei Bedarf oder zeitweise zum Einsatz kommt. Dabei sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- Lager, die zu einer in Betrieb oder Rückbau befindlichen kerntechnischen Anlage gehören: hier wird für die meisten Funktionen auf Personal der kerntechnischen Anlage zurück gegriffen.
- Lager, die eine dauerhafte Besetzung mit eigenem Personal aufweisen: diese Lager sind im Hinblick auf den Betrieb als autark anzusehen.
- Lager, die keine dauerhafte Besetzung mit Personal erfordern: Die Funktionen beschränken sich dabei auf den Einsatz bei Bedarf bei Ein- oder Auslagerungskampagnen oder auf regelmäßige Inspektionen. Der Bedarf ist vorübergehend und wird meist durch Personal gedeckt, das hauptsächlich andere Tätigkeiten ausübt.

Für den Betrieb des Lagers sind Teams zusammen zu stellen, die möglichst regelmäßig zusammen arbeiten, in einem engen Erfahrungsaustausch stehen sowie auch die Erprobungen (vgl. Kap. 4.2) durchführen und auswerten. Diese Mitarbeiter sollen mit der Aufgabe dauerhaft betraut werden. Dies gilt insbesondere für Personal, das die Aufgaben nur bei Bedarf wahrnimmt.

Die je nach Stellung erforderliche Fachkunde ist nach den Erfordernissen der Strahlenschutzverordnung bzw. gesonderter Bestimmungen nachzuweisen. Die Anforderungen bezüglich der Verantwortlichkeit in Fragen der nuklearen Sicherheit regeln das Atomgesetz und die Strahlenschutzverordnung. Die Zuständigkeiten und Vertretungsregelungen sind eindeutig im Betriebshandbuch des Zwischenlagers festzuhalten.

Auf die Entwicklung und Förderung einer ausgeprägten Sicherheitskultur ist zu achten. Dies gilt insbesondere auch für Anlagen, in denen Personal relativ selten tätig werden muss, oder solchen, die für verschiedene Aufgaben wechselndes Personal einsetzen. Im Hinblick auf den längerfristigen Betrieb der Lager ist davon aus zu gehen, dass Wechsel des Personals erforderlich sind. Dabei ist sicherzustellen, dass für die Aufrechterhaltung einer dauerhaften Sicherheitskultur die erforderlichen personellen Ressourcen verfügbar bleiben. Dies setzt eine langfristige und sorgfältige Planung zum Personaleinsatz und zum Erfahrungserhalt voraus.

#### **4.6 Notfallschutz**

Je nach Lagertyp und den gelagerten Abfällen können unterschiedliche Maßnahmen des Notfallschutzes erforderlich sein (siehe §§ 50-53 StrlSchV). Bei Lagern, die die festgelegten Aktivitätsbegrenzungen in § 53 StrlSchV überschreiten, ist basierend auf den Freisetzungsmöglichkeiten für radioaktive Stoffe aus dem Lager ein Plan für betriebliche Notfallschutzmaßnahmen auszuarbeiten und gegebenenfalls mit dem Notfallschutzplan benachbarter kerntechnischer Anlagen sowie mit den zuständigen Behörden abzustimmen. Exemplare des betrieblichen Notfallschutzplans sind stets an einer ständig besetzten Stelle verfügbar zu halten. Weitere Exemplare bekommen gegebenenfalls die benachbarten Anlagen, die zuständigen Behörden und Sicherheitsorgane.

#### **4.7 Langzeit- und Alterungseffekte, Langzeitüberwachung**

Bei einem längerfristigen Betrieb von Lagern sind auch Effekte zu betrachten, die sehr langsam ablaufen und erst im Laufe von Jahren bis Jahrzehnten zu wahrnehmbaren Veränderungen führen. Beispiele für solche Effekte sind die anaerobe Korrosion an Behälterwandungen, die Gasentwicklung aufgrund von langsam ablaufenden mikrobiellen Vorgängen oder die Alterung von Gebäuden.

Zur Erkennung und Beherrschung der Langzeit- und Alterungseffekte während der Nutzungsdauer des Abfalllagers ist daher ein Überwachungskonzept zu erstellen. Das Überwachungskonzept ist bei neu zu errichtenden Lagern der Genehmigungsbehörde, bei bestehenden Lagern der Aufsichtsbehörde vorzulegen.

Dabei ist bezüglich der Lagereinrichtungen grundsätzlich zwischen den Komponenten und Bauteilen zu unterscheiden, die für die gesamte Nutzungsdauer des Lagers ausgelegt sind, und denjenigen, die gegebenenfalls ausgetauscht werden können. Zu den Komponenten und Bauteilen, die für die Nutzungsdauer

des Lagers auszulegen sind, gehört insbesondere das Bauwerk. Das Konzept zur Langzeitüberwachung und Instandhaltung des Bauwerkes muss alle nachteiligen Veränderungen umfassen, die Einfluss auf die Betriebsfähigkeit der erforderlichen Lagereinrichtungen (z. B. Kräne und Hebezeuge, bewegliche Tore) und auf die Langzeitbeständigkeit der Gebinde (z. B. Eindringen von Feuchtigkeit) haben können.

Die aus sicherheitstechnischer Sicht erforderlichen Eigenschaften der Systeme, Komponenten und Bauteile des Lagers müssen während der gesamten Betriebszeit gewährleistet sein. Insbesondere muss je nach Lagertyp der Transport von Abfallgebinden innerhalb des Lagers oder Standorts bzw. der Abtransport einzelner Gebinde zur externen Behandlung realisierbar sein.

Bei den Komponenten und Bauteilen, bei denen ein Austausch erforderlich werden kann, ist darauf zu achten, dass eine ausreichende Zugänglichkeit gegeben ist und dass diese Arbeiten ohne wesentliche Beeinträchtigung des Betriebes im Lager und vorzugsweise abgeschirmt vom Strahlungsfeld der Abfallgebinde durchgeführt werden können.

Soweit die Abfallgebinde einen relevanten Beitrag zur Aktivitätsrückhaltung leisten, muss das Überwachungskonzept die Langzeit- und Alterungseffekte bei Abfällen und Abfallgebinden mit umfassen und ist nach allen gelagerten Abfall- und Gebindearten zu differenzieren. Dabei kommen insbesondere die folgenden Informationsquellen infrage:

- Ergebnisse von Inspektionen oder Sonderuntersuchungen an Gebinden,
- Inspektionen oder Sonderuntersuchungen an Referenzbehältern,
- Auswertung der Betriebserfahrung aus der eigenen und aus fremden Anlagen und
- Erkenntnisse über Materialveränderungen (Abfall, Abfallbehälter, Wechselwirkungen zwischen Abfall und Konditionierungsmaterial, Materialkenntnisse bei Gebinden, etc.).

In einem Abstand von zehn Jahren ist vom Betreiber regelmäßig ein Bericht zum Zustand des Lagergebäudes, der für die Lagerung und Handhabung erforderlichen Komponenten und der Abfallgebinde zu erstellen. In diesen Bericht sollen insbesondere auch die Erfahrungen aus den wiederkehrenden Prüfungen, die Betriebserfahrungen und die Umsetzung des Überwachungs- und Instandhaltungskonzepts enthalten sein. Dazu ist auch eine Begehung durch Sachverständige durchzuführen. Ist diese konzeptbedingt nicht möglich oder würde sie wegen des Strahlungsfeldes zu unangemessen hohen Strahlenexpositionen des Personals führen, sind geeignete Ersatzmaßnahmen vorzusehen (z. B. Einsatz mobiler oder fest installierter Kameras). Für Lagergebäude mit relevanten Lasten sind zusätzlich wiederkehrende Setzungsmessungen durchzuführen und im Hinblick auf langfristige nachteilige Veränderungen auszuwerten.

Weiter ist basierend auf der Auswertung der betrieblichen Erfahrungen, der Beobachtungen bei Prüfungen an Gebinden sowie auf den Beobachtungen bei der Begehung des Lagers im Bericht eine Prognose über die weitere Lagerfähigkeit der Gebinde- und Abfalltypen zu erstellen.



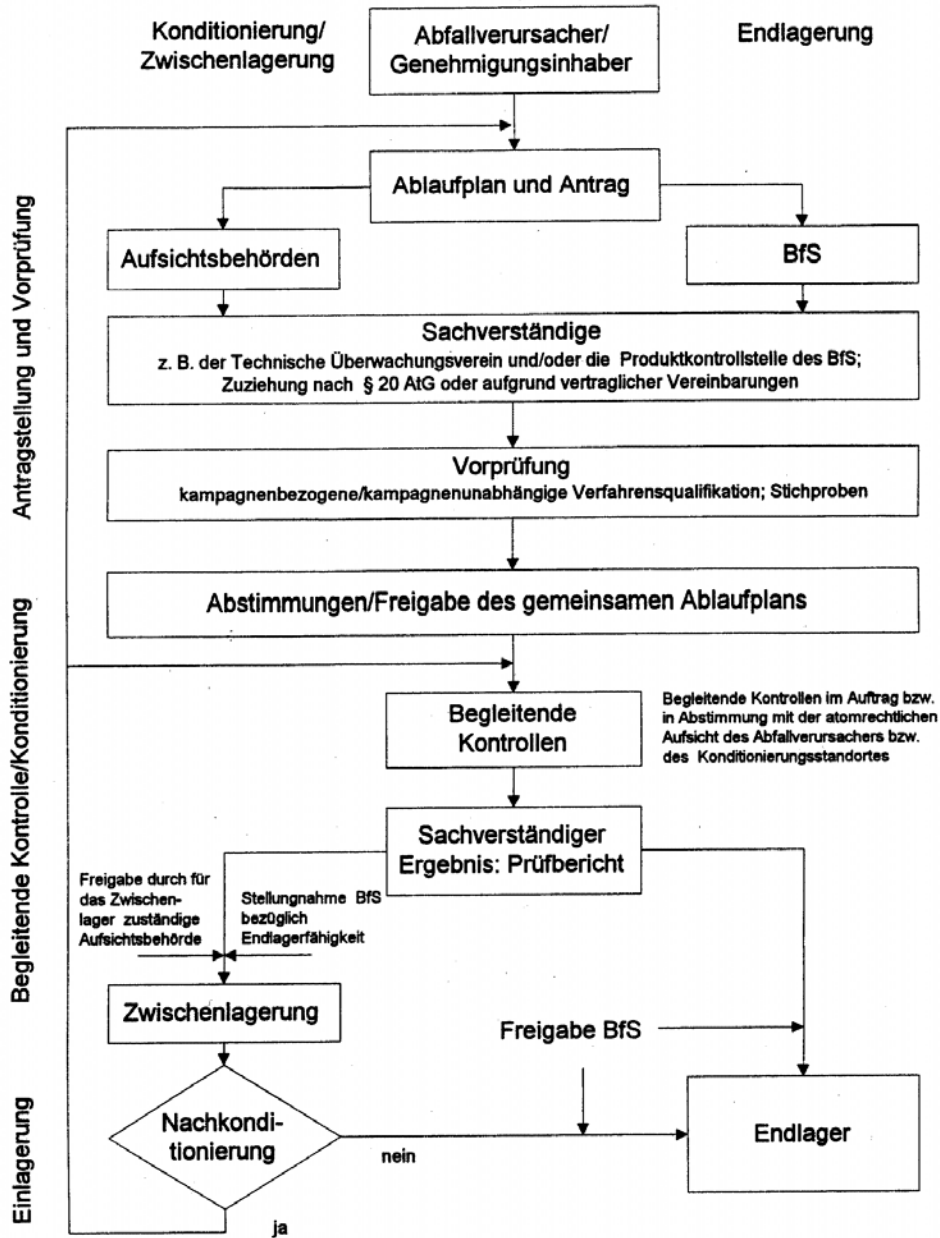
## **5 Vorschriften, Richtlinien und Normen**

- /1/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) vom 23. Dezember 1959, Neufassung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I. 1565), zuletzt geändert durch Gesetz vom 27. Juli 2001 (BGBl. I. S. 1950, 2010)
  
- /2/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I, S. 1714) (BGBl. III, 751-1-8)
  
- /3/ DIN 25401-9: Begriffe der Kerntechnik, Teil 9, Entsorgung, Beuth-Verlag, Berlin, April 2002
  
- /4/ BMI: Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke (Stand: August 1976), BAnz. Nr. 179 vom 22. September 1976
  
- /5/ Niedersächsisches Umweltministerium  
Planfeststellungsbeschluss für das Endlager Schacht Konrad  
Öffentliche Bekanntmachung im Niedersächs. Ministerialblatt am 12.06.2002
  
- /6/ International Atomic Energy Agency  
Quality Assurance for Radioactive Waste Packages  
Technical Reports Series No. 376  
IAEA, Vienna, 1995
  
- /7/ DIN 4102, Teile 1 bis 4  
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen  
(Teil 1: Fassung 05/98; Teil 2: Fassung 09/77; Teil 3 Fassung 09/77;  
Teil 4: Fassung 03/94, zuletzt berichtigt 09/98)
  
- /8/ Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)  
Produktkontrolle radioaktiver Abfälle, Schachanlage Konrad -, Stand Dezember 1995-  
Salzgitter, Dezember 1995, ET-IB-45- REV- 3

- /9/ BMU-Abfallrichtlinie  
Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, die nicht an eine Landessammelstelle abgeliefert werden, vom 16. Januar 1989, Bundesanzeiger Nr. 63 a vom 16.01.1989, mit Ergänzungen vom 26.06.1989 im Bundesanzeiger Nr.124 vom 07. Juli 1989 zuletzt geändert durch die Ergänzung BAZ Nr.19 vom 14.01.1994
- /10/ BfS:  
Standortunabhängige Endlagerungsbedingungen, - Vorgehensweise und Inhalte - Entwurf,  
Stand: 07.10.2002
- /11/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen  
RdSchr. d. BMU vom 30. Juni 1993 – RS II 5 – 15603/5 einschließlich der Ergänzung vom 20. März 1996
- /12/ KTA 1404  
Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken; Fassung 6/01
- /13/ KTA 1201  
Anforderungen an das Betriebshandbuch; Fassung 6/98
- /14/ KTA 1202  
Anforderungen an das Prüfhandbuch; Fassung 6/84
- /15/ BLG  
Technische Annahmebedingungen (TA) für das Abfalllager Gorleben  
Rev. 2.0, Stand 12/95
- /16/ RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren, 3. Ausgabe vom 14.10.1981 (BAnz. 1982, Nr. 69a)  
mit den Änderungen:  
in Abschn. 21.1 (BAnz. 1984, Nr. 104)  
in Abschn. 21.2 (BAnz. 1983, Nr. 106)  
in Abschn. 7 (BAnz. 1996, Nr. 158a) mit Berichtigung (BAnz. 1996, Nr. 124) Stand 12/98

Anhang zu Kapitel 3:

Ablaufschema zur Produktkontrolle radioaktiver Abfälle aus kerntechnischen Anlagen (Beispiel /8/)



**Ablauf der Produktkontrolle von Abfallgebinden aus kerntechnischen Einrichtungen für ihre Konditionierung, Zwischen- und Endlagerung**

## **Legende zum Ablaufschema**

### **Abfallverursacher/Genehmigungsinhaber:**

Stellt gleichzeitig bei BfS und Aufsichtsbehörde den Antrag zum Konditionierungs- bzw. Prüfungsvorhaben, unter Beifügung eines Ablaufplans. Die Landessammelstellen übernehmen i. a. 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 zugehörigen 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.

### **Vorprüfung:**

Vorprüfung ist die Prüfung des eingereichten Ablaufplans und erforderlichenfalls weiterer Unterlagen. Sie erfolgt kampagnenbezogen oder kampagnenunabhängig zu einem Konditionierungsverfahren oder zu einem Stichprobenverfahren. Die beteiligten Sachverständigen geben aufgrund der Vorprüfung im Ablaufplan an, welche Prüfungen von ihnen als notwendig angesehen werden. Die Beauftragung der Sachverständigen geschieht in einzelnen, im Ablaufplan vom BfS gekennzeichneten Fällen im Einvernehmen mit dem BfS.

Die Prüfungsergebnisse der Sachverständigen sind jeweils unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Abstimmung mit den anderen beteiligten Sachverständigen zu einer Stellungnahme zusammenzufassen, die für die jeweilige Behörde die Grundlage für die Entscheidung zu dem beantragten Vorhaben bildet.

#### **Freigabe des gemeinsamen Ablaufplans:**

Sie geschieht hinsichtlich des Nachweises der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen durch das BfS. Die Zustimmung zur Anwendung dieses Ablaufplans erteilt die jeweils zuständige Aufsichtsbehörde.

#### **Begleitende Kontrollen:**

Die im Ablaufplan festgelegten Prüfungen durch Sachverständige werden im Auftrag der Aufsichtsbehörde des Abfallverursachers durchgeführt und dokumentiert (s. auch Vorprüfung). Bei externer Konditionierung geschieht die begleitende Kontrolle ebenfalls im Auftrag dieser Behörde, wobei örtliche Sachverständige zugezogen werden können.

#### **Sachverständige:**

Der Sachverständige für begleitende Kontrollen fasst die Ergebnisse der begleitenden Kontrollen in Bezug auf die Anforderungen des Zwischenlagers und des Endlagers in einem Prüfprotokoll für die Aufsichtsbehörden und das BfS zusammen. Der Sachverständige des BfS erstellt aufgrund dieses Prüfprotokolls und der Prüfung der Dokumentation einen Prüfbericht für das BfS.

#### **Zwischenlagerung:**

Je nach den Anforderungen an das Zwischenlager (Zwischenlagerung i. S. von § 78 StrlSchV /2/ oder von § 6 Abs. 1 AtG oder als Teil einer nach § 7 oder § 9 AtG genehmigungsbedürftigen Tätigkeit oder anderweitige Zwischenlagerung) erfolgt eine Freigabe der für das Zwischenlager zuständigen Aufsichtsbehörde zum Einlagerungsvorgang. Das BfS gibt eine Stellungnahme zum Nachweis der Einhaltung der Endlagerungsbedingungen ab, soweit ihm zu diesem Zeitpunkt die Ergebnisse der aus Endlagersicht notwendigen Prüfungen vorliegen.

#### **Nachkonditionierung:**

Noch erforderliche Nachkonditionierungen an Abfallgebinden bedürfen bei bereits vorgeprüften Ablaufplänen, die ggf. erforderliche Nachkonditionierungsmaßnahmen berücksichtigen, der begleitenden Kontrolle. Für nachzukonditionierende Abfallgebinde ohne freigegebenen Ablaufplan ist der komplette Ablauf des Produktkontrollverfahrens durchzuführen.

**Endlager:**

Die Anlieferung der Abfallgebinde an das Endlager bedarf der Freigabe durch das BfS.