



## **EMPFEHLUNG der Entsorgungskommission**

### **Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern**

#### ***Revidierte Fassung vom 10.06.2013***

*Gegenüber der ursprünglichen Fassung vom 21.06.2012 wurde in der Fassung vom 29.11.2012 in Kapitel 12.4.3 ein unzutreffender Verweis „(Anlage III, Tabelle 1, Spalte 4)“ durch die korrekte Formulierung „für den Überwachungsbereich“ ersetzt. In der revidierten Fassung vom 10.06.2013 wurde eine Präzisierung im Hinblick auf den bei den Betrachtungen zur Reduzierung der Schadensauswirkungen bei zivilisatorisch bedingten Ereignissen heranzuziehenden Maßstab (Kapitel 9.2.2) vorgenommen.*

#### **Inhalt**

1	Allgemeines .....	4
1.1	Anwendungsbereich.....	4
1.2	Schutzziele .....	5
2	Einschluss radioaktiver Stoffe.....	5
2.1	Inventare.....	6
2.2	Behälter .....	7
3	Kritikalitätssicherheit .....	8
4	Wärmeabfuhr .....	10
4.1	Wärmeabfuhr aus den Behältern.....	10
4.2	Wärmeabfuhr aus dem Zwischenlager.....	10
5	Abschirmung ionisierender Strahlung.....	11
6	Strahlenschutz .....	12
6.1	Grundsätze .....	12
6.2	Strahlungsüberwachung im Zwischenlager .....	12
6.3	Strahlungsüberwachung in der Umgebung .....	13
6.4	Freigabe/Herausgabe von Stoffen .....	13
7	Bauliche Einrichtungen.....	14

8	Technische Einrichtungen .....	15
8.1	Hebezeuge und sonstige Transporteinrichtungen .....	15
8.2	Lüftung.....	16
8.3	Elektrotechnische Einrichtungen .....	16
8.4	Brandschutz und Brandschutzeinrichtungen .....	17
8.5	Behandlung von Abfällen und kontaminierten Wässern.....	17
8.6	Verladebereich und Behälterwartungsstation.....	18
9	Störfallanalysen.....	18
9.1	Einwirkungen von innen .....	19
9.2	Einwirkungen von außen.....	20
9.2.1	Naturbedingte Einwirkungen von außen.....	20
9.2.2	Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen .....	21
9.2.3	Wechselwirkung mit einem bestehenden Kernkraftwerk .....	21
10	Eigenständigkeit des Zwischenlagers.....	22
11	Qualitätssicherung.....	22
12	Betrieb des Zwischenlagers.....	23
12.1	Grundsätze für den Betrieb .....	23
12.2	Organisation und Managementsystem .....	23
12.3	Inbetriebnahme.....	25
12.4	Betrieb .....	25
12.4.1	Normalbetrieb .....	25
12.4.2	Anomaler Betrieb .....	26
12.4.3	Eingangskontrolle .....	28
12.4.4	Ausgangskontrolle .....	28
12.4.5	Lagerbelegung.....	28
12.4.6	Instandhaltung .....	29
12.4.7	Betriebsberichte .....	29
12.5	Dokumentation des Zwischenlagers.....	30
12.6	Personal.....	31
13	Notfallschutz .....	32
14	Periodische Sicherheitsüberprüfung.....	32
15	Beendigung der Zwischenlagerung.....	33
16	Relevante Vorschriften, Richtlinien, Normen.....	34

Anhang zu den Kapiteln 13 und 14: Inhalte eines anlageninternen Notfallplans, Inhalte der Sicherheitsdokumentation .....38

## **1 Allgemeines**

### **1.1 Anwendungsbereich**

Die Leitlinien gelten für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in dicht verschlossenen metallischen Behältern. Die hier zusammengestellten sicherheitstechnischen Anforderungen sind unabhängig davon, ob die Zwischenlagerung auf Basis einer Genehmigung nach dem Atomgesetz /1/ oder der Strahlenschutzverordnung /2/ erfolgt.

Im Einzelnen gelten die Leitlinien für folgende Inventare:

- bestrahlte Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren mit Uranoxid (mit und ohne abbrennbare Neutronenabsorber) oder Uran-Plutoniumoxid als Kernbrennstoff,
- bestrahlte Brennelemente aus den Hochtemperaturreaktoren AVR und THTR [3] mit Uranoxid, Thoriumoxid oder carbidischen Materialien als Kernbrennstoff sowie Graphit als Moderator,
- bestrahlte Brennelemente aus Prototyp- und Forschungsreaktoren (z. B. KNK, RFR, MTR, FRM-II und TRIGA) mit Uran oder Plutonium in Form von Oxid, Silizid oder als Uran-Aluminium-Legierung als Kernbrennstoff,
- Kokillen mit verglasten Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung von bestrahlten Brennelementen (CSD-V und VEK-Glaskokillen) [4, 5],
- Kokillen mit kompaktierten Hülsen und Strukturteilen aus der Wiederaufarbeitung (CSD-C) [6] und
- Kokillen mit verglasten radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung (CSD-B) [7].

Die Leitlinien gelten auch für die Zwischenlagerung von Brennstäben in Brennstabbüchsen (also nach Zerlegung der Brennelemente in einzelne Brennstäbe). Brennelemente, bei denen Reparaturen vorgenommen oder einzelne Stäbe entnommen wurden, sowie Brennelemente bzw. Brennstäbe mit defektem Hüllrohr werden ebenfalls in den Leitlinien berücksichtigt.

Die Leitlinien beziehen sich auf eine zeitliche befristete Aufbewahrung der o. g. Inventare mit dem Ziel einer nachfolgenden Endlagerung. Weil über das zugehörige Endlagerkonzept und dessen Realisierung gegenwärtig noch nicht entschieden ist, kann der konkret benötigte Zeitraum für die Zwischenlagerung nicht benannt werden. In den Leitlinien sind die sicherheitstechnischen Anforderungen deshalb so formuliert, dass die konkrete Nachweisführung für den jeweils im Genehmigungsverfahren beantragten Zeitraum erfolgt. Als geeigneter Maßstab kann jedoch der den bisherigen Zwischenlagereignissen zu Grunde liegende Zeitraum von 40 Jahren herangezogen werden. Hierbei können die bisher für diesen Aufbewahrungszeitraum vorliegenden Erkenntnisse berücksichtigt werden. Ist dieser Zeitraum absehbar nicht ausreichend, sind geeignete zusätzliche Nachweise (z. B. zum Langzeitverhalten von Werkstoffen und Komponenten der Behälter und Inventare unter den lagerspezifischen Beanspruchungsbedingungen) zu erbringen.

## 1.2 Schutzziele

Die radiologischen Schutzziele, denen die technische Auslegung und der Betrieb des Zwischenlagers entsprechen müssen, bestehen darin,

- 1 jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden (§ 6 Abs. 1, Nr. 1 StrlSchV /2/),
- 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 /2/).

Bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen auslegungsbestimmende Störfälle sind die Anforderungen von §§ 49 bzw. 50 i. V. m. § 117 Abs. 16 StrlSchV /2/ zu Grunde zu legen.

Hieraus abgeleitet ergeben sich folgende grundlegende Schutzziele:

- sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe,
- sichere Abfuhr der Zerfallswärme,
- sichere Einhaltung der Unterkritikalität und
- Vermeidung unnötiger Strahlenexposition, Begrenzung und Kontrolle der Strahlenexposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung.

sowie folgende abgeleitete Anforderungen:

- Abschirmung der ionisierenden Strahlung,
- Betriebs- und instandhaltungsgerechte Auslegung und Ausführung der Einrichtungen,
- sicherheitsgerichtete Organisation und Durchführung des Betriebes,
- sichere Handhabung und sicherer Transport der radioaktiven Stoffe,
- Auslegung gegen Störfälle und
- Maßnahmen zur Reduzierung der Schadensauswirkungen von auslegungsüberschreitenden Ereignissen.

Zusätzliche, hier nicht behandelte Anforderungen bestehen im Hinblick auf die Haftung bei Schäden /8/, auf den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter /9/, /10/ sowie die Kontrolle spaltbaren Materials aufgrund internationaler Vereinbarungen.

## 2 Einschluss radioaktiver Stoffe

Der sichere Einschluss der radioaktiven Stoffe ist durch den Behälter und ggf. weitere Barrieren zu gewährleisten. Zu den weiteren Barrieren können gehören:

- bei intakten Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren die Brennstoffmatrix und die Hüllrohre,
- bei defekten Brennelementen aus Leichtwasserreaktoren die Brennstoffmatrix und eine Einkapselung,
- bei Brennelementen aus den Hochtemperaturreaktoren AVR und THTR die Brennstoffpartikel, die Grafitmatrix und die Brennelement-Kannen,
- bei Brennelementen aus Prototyp- und Forschungsreaktoren (z. B. KNK, RFR, MTR, FRM-II und TRIGA) die Brennstoffmatrix und die Büchsen,
- bei verglasten Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung (CSD-V und VEK-Glaskokillen) die Glasmatrix und die Kokillen,
- bei kompaktierten Hülsen und Strukturteilen aus der Wiederaufarbeitung (CSD-C) der Werkstoff und die Kokillen und
- bei verglasten radioaktiven Abfällen aus der Wiederaufarbeitung (CSD-B) die Glasmatrix und die Kokillen.

Beim Nachweis des sicheren Einschlusses der radioaktiven Stoffe sind neben dem Zusammenwirken der einzelnen Barrieren auch die nuklidspezifischen Eigenschaften der radioaktiven Stoffe zu berücksichtigen.

## **2.1 Inventare**

Bei der Lagerung, der Handhabung, dem Transport und der Entladung der Inventare (vgl. Kap. 1.1) muss die Struktur der Bauteile, die die im Inventar enthaltenen radioaktiven Stoffe umschließen und dessen geometrische Anordnung vorgeben, erhalten bleiben. Dazu sind korrosive Schädigungen hinreichend auszuschließen. Geeignete Maßnahmen hierfür sind die Begrenzung von Restfeuchte und korrosiven Stoffen sowie eine inerte Behälteratmosphäre.

Für bestrahlte Brennstäbe aus Leichtwasserreaktoren ist das Auftreten von systematischem Hüllrohrversagen während der gesamten Zwischenlagerzeit durch Begrenzung der Hüllrohrkorrosion und Einhaltung der materialspezifischen maximalen Tangentialspannung/-dehnung auszuschließen. Der zugehörige Nachweis muss die Einsatzgeschichte der Brennelemente spezifisch oder in abdeckender Weise berücksichtigen.

Zur Aufbewahrung von defekten Brennstäben sind besondere Maßnahmen erforderlich, z. B. gasdichte Umhüllungen und/oder Feuchtigkeitsabsorber, welche die Einhaltung der Anforderungen gewährleisten. Für bestrahlte Brennelemente aus Prototyp- und Forschungsreaktoren gelten obige Anforderungen unter Berücksichtigung der veränderten Materialien und Elementgeometrien entsprechend. Dies gilt vor allem für umschließende Büchsen und deren Verschweißungen.

Für bestrahlte Brennelemente aus den Hochtemperaturreaktoren AVR und THTR ist besonders der Partikeldefektanteil (Barrierefunktion der *Coated Particles*) zu berücksichtigen. Zur Aufbewahrung von Kannen mit nicht definierter oder erhöhter Restfeuchte sind besondere Maßnahmen erforderlich, z. B. gasdichte Verschweißung der Kannen und/oder Feuchtigkeitsabsorber, die die Einhaltung der Anforderungen gewährleisten.

## 2.2 Behälter

Die Behälter übernehmen die wesentlichen passiven Sicherheitsfunktionen hinsichtlich der Schutzziele sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe, sichere Abfuhr der Zerfallswärme, sichere Einhaltung der Unterkritikalität und Vermeidung unnötiger Strahlenexposition. Zu diesem Zweck sind massive metallische Behälter entweder aus monolithisch gegossenem duktilem Gusseisen oder aus Schmiedestahl zu verwenden. Die Behälter sind entweder mit langzeitbeständigen verschraubten Deckel-Dichtsystemen oder einem volumetrisch verschweißten Deckel dicht zu verschließen. Der sichere Einschluss radioaktiver Stoffe ist auch bei Störfällen und auslegungsüberschreitenden Ereignissen ggf. mit erhöhter Leckagerate des Behälters sicherzustellen.

Für bestrahlte Brennelemente (vgl. Kap. 1.1) sind die Behälter zur Gewährleistung des sicheren Einschlusses mit einem überwachten Doppeldeckeldichtsystem oder einem volumetrisch verschweißten Deckel zu verschließen. Das Doppeldeckeldichtsystem besteht aus zwei voneinander unabhängigen Deckeldichtsystemen (Primär- und Sekundärdeckeldichtsystem) bzw. Barrieren, die jeweils mit dem Behälterkörper verschraubt sind. Für verschraubte Behälterdichtsysteme sind langzeitbeständige Federkern-Metalldichtungen mit Metallummantelung einzusetzen. Für jede einzelne Dichtung ist beim Einbau eine Standard-Helium-Leckagerate von  $< 10^{-8}$  Pa·m<sup>3</sup>/s und für die gesamte Deckelbarriere von  $\leq 10^{-8}$  Pa·m<sup>3</sup>/s nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um ein systemspezifisches Qualitätskriterium im Hinblick auf die langfristige Funktionssicherheit und nicht um eine radiologisch begründete Dichtheitsanforderung.

Barrieren mit Doppeldeckel-Dichtsystem sind ständig auf ihre Dichtfunktion zu überwachen. Hierzu ist ein Überwachungssystem einzusetzen, das nach Eintritt einer Fehlfunktion an einem der beiden Deckeldichtsysteme des Behälters Meldungen an einer zentralen Stelle auslöst. Das Überwachungssystem muss die Identifizierung des betroffenen Behälters erlauben. Der Auslegung des Systems sind die Umgebungsbedingungen im Zwischenlager zugrunde zu legen. Eine Selbstüberwachung der Meldelinien auf systeminterne Störungen sowie ein selbstmeldendes System bei Ausfall von Einzelkomponenten müssen gegeben sein.

Für den Fall, dass eine Beeinträchtigung der Dichtfunktion bei einer Barriere des Doppeldeckeldichtsystems festgestellt wird, ist nach einem in den Betriebsunterlagen festzulegenden Reparaturkonzept zu verfahren. Dieses muss sicherstellen, dass die Anforderungen des Zwei-Barrieren-Konzeptes mit der spezifizierten Dichtheit wieder erreicht werden. Im Reparaturkonzept ist auch darzustellen, welche Reparaturen im Zwischenlager durchgeführt werden können und welche Reparaturen ggf. in einer anderen Anlage stattfinden müssten. Für den Reparaturfall am Sekundärdeckel ist die betroffene Komponente auszutauschen. Für den Reparaturfall am Primärdeckel kann der Behälter in die heiße Zelle in einer kerntechnischen Anlage

verbracht werden. Diese kann an das Zwischenlager angrenzen oder es kann ein Transport dorthin über öffentliche Verkehrswege auf Grundlage einer Transportgenehmigung erfolgen. Für Letzteres ist die verkehrsrechtliche Qualifizierung der Sekundärdeckelbarriere im Rahmen der Behälterbauartzulassung erforderlich. Alternativ ist ein zusätzlicher mittels Schweißnaht anstelle der Metalledichtung gedichteter Deckel vorzusehen, der über der intakten Sekundärdeckelbarriere angebracht wird und so das Zwei-Barrieren-Konzept im Zwischenlager wieder herstellt. Die zugehörigen Komponenten sowie das Schweißverfahren und das erforderliche Schweißfachpersonal sind zu qualifizieren und ständig intern oder extern verfügbar zu halten. Das reparierte Dichtsystem muss ebenfalls ständig auf seine Dichtfunktion überwacht werden.

Zum Zeitpunkt der Einlagerung müssen die Behälter über eine gültige verkehrsrechtliche Zulassung verfügen. Zum Abtransport der Behälter sind die verkehrsrechtlichen Anforderungen nach den jeweils geltenden Gefahrgutvorschriften zum Zeitpunkt des Transportes zu erfüllen. Durch die während des Zwischenlagerbetriebes vorzusehenden Maßnahmen im Rahmen der periodischen Sicherheitsüberprüfungen und des Alterungsmanagements sind auch die notwendigen Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass der technisch einwandfreie Zustand der Behälter kontinuierlich und im Rahmen verkehrsrechtlich geforderter wiederkehrender Prüfungen (WKP) vor dem Abtransport nachgewiesen bzw. überprüft werden kann. Der Umfang dieser WKP kann den spezifischen Gegebenheiten der Zwischenlagerung Rechnung tragen. Bei Anwendung des Reparaturkonzeptes mit zusätzlichem aufgeschweißtem Deckel ist dafür Sorge zu tragen, dass entweder dieser oder der Sekundärdeckel als Barriere im Rahmen der verkehrsrechtlichen Bauartzulassung qualifiziert ist.

Bei Inventaren mit im Vergleich zu LWR-BE deutlich geringeren Freisetzungsmöglichkeiten in den Behälterinnenraum sind auch abweichende technische Konzepte für den Verschluss der Behälter zulässig, soweit hierdurch der sichere Einschluss und die Einhaltung der Schutzziele insgesamt gewährleistet bleiben.

### **3 Kritikalitätssicherheit**

Bei der Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen muss bei bestimmungsgemäßer Lagerung, bei der Behälterhandhabung und allen zu unterstellenden Störfällen sowie bei Flugzeugabsturz und von außen auftretenden Druckwellen sichergestellt sein, dass die eingelagerten Kernbrennstoffe und ihre Anordnung unterkritisch bleiben. Dabei sind die Anforderungen nach DIN 25403, Teil 1, insbesondere die darin genannten technischen Sicherheitsmaßnahmen, sowie die Sicherheitsprinzipien, die sich auf den Schutz gegen Störeignisse und die Nachweisführung der Kritikalitätssicherheit beziehen, einzuhalten /11/.

Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit bei der Lagerung von Kernbrennstoffen ist für die ungünstigsten im bestimmungsgemäßen Betrieb zu erwartenden Bedingungen zu führen. Für diesen Nachweis darf der berechnete Neutronenmultiplikationsfaktor  $k_{\text{eff}}$  den Wert von 0,95 nicht überschreiten, wobei Rechenunsicherheiten und Fertigungstoleranzen gemäß der DIN 25403, Teil 1 /11/, DIN 25478 /12/ und DIN 25712 /13/ in das Ergebnis einzubeziehen sind.

Bei der trockenen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern ist die Kritikalitätssicherheit in der Regel durch eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen sicherzustellen:

- Begrenzung der Anreicherung der Brennelemente, ohne oder mit Berücksichtigung des Abbrandes der Brennelemente und der damit verbundenen Reduzierung des Spaltstoffgehaltes sowie der Neutronen absorbierenden Wirkung der Spaltprodukte und Aktiniden,
- Begrenzung der Abmessungen und der Anzahl der Brennelemente sowie Festlegung ihrer geometrischen Anordnung im Brennelementkorb,
- Ausschluss oder Beschränkung einer Neutronenmoderation, insbesondere Ausschluss von unzulässigen Wassermengen in den Behältern und Einhaltung trockener Bedingungen im Lagerraum,
- Einsatz von Neutronenabsorbern, die in den Brennelementkorb oder in den eingelagerten Brennelementen selbst eingebaut sind.

Die Einhaltung der Unterkritikalität ist auch bei Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb, bei Störfällen und auslegungsüberschreitenden Ereignissen nachzuweisen, zum Beispiel unter Annahme einer dichtest möglichen Behälteranordnung sowie insbesondere für die Flutung der Behälter (bei Beladung mit Brennelementen) mit Wasser, für fehlerhafte Beladung der Behälter, sofern diese nicht durch geeignete Kontrollmaßnahmen ausgeschlossen wird, sowie gegebenenfalls für mögliche Veränderungen der Struktur der Brennelemente und des Brennelementkorbes.

Beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit müssen gegebenenfalls im Kernbrennstoff oder im Behälter vorhandene Neutronenmoderatoren berücksichtigt werden. Das Gleiche gilt für die Reflexionswirkung des Brennelementbehälters und seiner Umgebung.

Für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit bei Flutung mit Wasser ist von dem jeweils ungünstigsten möglichen Moderationsverhältnis auszugehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass reparierte Brennelemente oder Brennelemente vorliegen können, bei denen einzelne Brennstäbe entfernt oder durch andere Stäbe ersetzt wurden.

Bei der Zwischenlagerung von Brennstäben in Brennstabbüchsen ist für den Fall der Flutung der Brennstabbüchsen mit Wasser vom ungünstigsten möglichen Moderationsverhältnis auszugehen.

Wird für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit vom Abbrand der Brennelemente Kredit genommen, ist der zugrunde gelegte Mindestabbrand durch Messung am Brennelement vor der Einlagerung zu verifizieren. Die Anforderungen von DIN 25712 /13/ sind zu erfüllen.

Die Kritikalitätssicherheit der Brennelementbehälter und des Inventars wird bereits im Rahmen der verkehrsrechtlichen Zulassung geprüft. Zusätzlich zu dieser Zulassung ist nachzuweisen, dass die Kritikalitätssicherheit auch unter den Gegebenheiten der Zwischenlagerung, insbesondere bezüglich der

Reflektorwirkung des Zwischenlagers und der Neutronenwechselwirkung innerhalb der Behälteranordnung, die von den Randbedingungen der verkehrsrechtlichen Zulassung abweichen kann, gegeben ist.

## **4 Wärmeabfuhr**

Die Abfuhr der Zerfallswärme muss so gewährleistet werden, dass an Behältern und Inventar sowie für das Zwischenlagergebäude nur zulässige Temperaturen auftreten, bei denen die Einhaltung der Schutzziele über die gesamte Zwischenlagerdauer zuverlässig gewährleistet ist. Die Wärme muss passiv durch Naturkonvektion an die Umgebung abgeführt werden können.

### **4.1 Wärmeabfuhr aus den Behältern**

Die Wärmeabfuhr hat so zu erfolgen, dass keine Behältertemperaturen auftreten, in deren Folge die Abschirmung der Gamma- und Neutronenstrahlung oder die Dichtheit des Behälters unzulässig beeinträchtigt werden kann, und dass keine unzulässigen Inventartemperaturen auftreten können. Insbesondere müssen bei LWR-BE die Brennstabtemperaturen so niedrig liegen, dass ein systematisches Versagen der Hüllrohre der Brennstäbe ausgeschlossen ist (s. Kap. 2.1).

### **4.2 Wärmeabfuhr aus dem Zwischenlager**

Das Zwischenlagergebäude muss zur Abfuhr der Zerfallswärme der eingelagerten Brennelemente und Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen über Zuluft- und Abluftöffnungen verfügen. Die strömungstechnische Auslegung muss so erfolgen, dass die von den Behältern erwärmte Luft an die Umgebung abgegeben wird und die entsprechende Menge Außenluft den Behältern zugeführt wird. Es ist darauf zu achten, dass keine höheren als die der Auslegung zugrunde gelegten Temperaturen in den Baustrukturen auftreten.

Sofern besondere Randbedingungen der Behälteraufstellung zu beachten sind, sind diese in einem Belegungsplan (siehe Kap. 12.4.5) vorzugeben. Mögliche Abweichungen von diesem Belegungsplan sind bezüglich ihrer Sicherheitsrelevanz zu bewerten.

In Lagerbereichen, in denen keine Behälter oder Behälter ohne wesentliche Wärmeleistung stehen, können Zuluft- und Abluftöffnungen geschlossen gehalten werden, wenn die Wärmeabfuhr der eingelagerten Behälter dadurch nicht unzulässig beeinträchtigt wird. Für die Optimierung der notwendigen Luftwechselzahlen bzw. für die sichere Wärmeabfuhr sind detaillierte Regelungen in das Betriebshandbuch aufzunehmen.

## **5 Abschirmung ionisierender Strahlung**

Bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle ist eine ausreichende Abschirmung der ionisierenden Strahlung zum Schutz der Bevölkerung und des Betriebspersonals durch die Auslegung der Behälter und ergänzend durch das Zwischenlagergebäude sicherzustellen.

Für eine Person der Bevölkerung beträgt der Grenzwert der effektiven Dosis 1 Millisievert im Kalenderjahr. Dieser Grenzwert gilt auch für Personen auf dem Betriebsgelände, die nicht beruflich strahlenexponierte Personen sind. Dieser Wert ist beim Nachweis der erforderlichen Abschirmung als Summe der Strahlenexposition aus der Direkt- und Streustrahlung des Zwischenlagers und unter Einbeziehung von Beiträgen zur Strahlenexposition aus Ableitungen, Direkt- und Streustrahlung aller am Standort beitragenden kerntechnischen Anlagen sowie aus früheren Tätigkeiten einzuhalten. Die für die Bestimmung der Strahlenexposition aus Direkt- und Streustrahlung maßgeblichen Aufenthaltszeiten einer Person der Bevölkerung richten sich nach den Gegebenheiten am Standort; liegen keine begründeten Angaben für begrenzte Aufenthaltszeiten vor, ist Daueraufenthalt anzunehmen.

Durch die Anforderung der Transportierbarkeit der Behälter sowie durch die Begrenzung der Strahlenexposition der Bevölkerung und des Betriebspersonals ergeben sich, abhängig von der Abschirmwirkung des Gebäudes und vom Lagerkonzept, Dosisleistungszielwerte für die Gamma- und Neutronenstrahlung an der Behälteroberfläche, deren Einhaltung durch die Behälterauslegung sichergestellt werden muss. Bei einer hohen Abschirmwirkung des Gebäudes wird die Dosisleistung an der Behälteroberfläche entweder durch die Anforderung der Transportierbarkeit oder aus Gründen des betrieblichen Strahlenschutzes (Vermeidung von Sperrbereichsbedingungen im Lagerbereich) begrenzt.

Beim Nachweis der erforderlichen Abschirmung durch Berechnung der Strahlenexposition in der Umgebung und auf dem Betriebsgelände ist die Gamma- und Neutronenstrahlung einschließlich auftretender Streustrahlung und Sekundärstrahlung zu berücksichtigen. Für diese Berechnungen sind qualifizierte Rechenverfahren einzusetzen, deren Eignung nachzuweisen ist. Für die Berechnung ist von der höchsten in den Behältern sowie im gesamten Zwischenlager möglichen Gamma- und Neutronenquellstärke und von der ungünstigsten vorgesehenen räumlichen Verteilung der Strahlenquellen unter Einschluss von Transport- und Handhabungsvorgängen auszugehen. Gegebenenfalls anfallende sonstige radioaktive Stoffe (z. B. radioaktive Abfälle, kontaminierte oder aktivierte Leerbehälter) sind bei der Erfassung von Strahlenquellen zu berücksichtigen.

Für den vorgesehenen Betrieb ist zu prüfen, ob die Führerkabinen von Hebezeugen und Transporteinrichtungen, die im Lagerbereich eingesetzt werden, zur Minimierung der Strahlenexposition abzuschirmen sind.

Für die Anordnung der Behälter im Zwischenlager ist die Ausnutzung der gegenseitigen Abschirmung vorteilhaft. Es sind bei der Festlegung der Anordnung allerdings auch die Gesichtspunkte der Zugänglichkeit und Kontrollierbarkeit der Behälter und der gegenseitigen thermischen Beeinflussung zu berücksichtigen (siehe Kap. 12.4.5).

Für bewegliche Zusatzabschirmungen oder Tore mit Abschirmfunktion ist Vorsorge zu treffen, dass ein unbeabsichtigtes Entfernen dieser Abschirmungen bzw. ein Offenstehen von Toren vermieden wird.

Bei der Auslegung des Zwischenlagergebäudes, insbesondere bei der Ausführung von Zuluft- und Abluftöffnungen, Toren sowie Dehnungsfugen, ist dem Aspekt der Abschirmung Rechnung zu tragen.

## **6 Strahlenschutz**

### **6.1 Grundsätze**

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 Zwischenlagerung der Brennelemente und Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen ab.

Entsprechend § 34 StrlSchV /2/ ist für den Betrieb der Anlagen und technischen Einrichtungen zur Zwischenlagerung der Brennelemente und Wärme entwickelnden radioaktiven 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.

Die Planung und Durchführung von Wartungs-, Kontroll- und Instandsetzungsarbeiten sind unter Strahlenschutzgesichtspunkten in einem Verfahren zur Arbeitsfreigabe zu regeln. Die erforderlichen Arbeitsmittel und Einrichtungen müssen vorhanden oder in angemessener Zeit beschaffbar sein.

Das Zwischenlager ist entsprechend den Strahlenschutzbedingungen in Strahlenschutzbereiche einzuteilen und zu kennzeichnen. Dabei sind Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche entsprechend § 36 StrlSchV /2/ zu unterscheiden. Bereiche mit Ortsdosisleistungen, welche die Einrichtung eines Sperrbereichs erfordern würden, sollen vermieden werden.

### **6.2 Strahlungsüberwachung im Zwischenlager**

In den Strahlenschutzbereichen sind die Ortsdosis und die Ortsdosisleistung bei Belegungsänderung, mindestens jedoch einmal jährlich, zu messen und zu dokumentieren. Diese Messung ist an repräsentativen Stellen vorzunehmen. Dabei sind Gamma- und Neutronendosisleistung zu erfassen. Es sind in

ausreichendem Umfang mobile Messgeräte vorzuhalten und insbesondere bei Instandhaltungsmaßnahmen einzusetzen.

Die Raumluft in Arbeitsbereichen, in denen Kontaminationen auftreten können, ist zu Kontrollzwecken, z. B. durch mobile Luftprobensammler, zu überwachen. Verkehrsflächen im Lagerbereich, Personen, Arbeitsplätze, Verkehrswege und bewegliche Gegenstände sind in angemessener Weise auf Kontamination zu überprüfen, die Ergebnisse sind zu dokumentieren. Zur Beseitigung von Kontamination sind organisatorische Festlegungen zu treffen und geeignete Mittel vorzuhalten bzw. diese müssen kurzfristig beschaffbar sein.

Die Körperdosis beruflich strahlenexponierter Personen, die sich im Kontrollbereich aufhalten, ist für Gamma- und Neutronenstrahlung mit geeigneten amtlichen Dosimetern, z. B. mit Albedo-Dosimetern, zu ermitteln und zu dokumentieren. 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 /2/).

Die eingesetzten und vorgehaltenen Strahlungsmessgeräte müssen entsprechend § 67 StrlSchV /2/ den Anforderungen des Messzweckes genügen und regelmäßig auf ihre ordnungsgemäße Funktionstüchtigkeit geprüft und gewartet werden. Die Messgeräte sind in ausreichender Zahl vorzuhalten.

### **6.3 Strahlungsüberwachung in der Umgebung**

Bei Zwischenlagern ist an repräsentativen Stellen, z. B. am Zaun der Anlage, die Ortsdosis durch Gamma- und Neutronenstrahlung im Hinblick auf die Einhaltung der Grenzwerte des § 46 StrlSchV zu messen. Einzelheiten regelt die REI /14/.

Zwischenlager, die einer kerntechnischen Anlage benachbart sind, die über ein System zur Umgebungsüberwachung verfügt, sind – gegebenenfalls durch vertragliche Vereinbarungen – in dieses Überwachungssystem einzubeziehen.

### **6.4 Freigabe/Herausgabe von Stoffen**

Im Zwischenlager anfallende Stoffe, die nicht unter den Geltungsbereich des § 44 Abs. 3 StrlSchV /2/ („Herausbringen“) fallen, sind vor dem dauerhaften Entfernen aus dem Regelungsbereich des AtG radiologisch zu bewerten. Stoffe, für die eine Kontamination und eine Aktivierung auszuschließen sind, können einer Herausgabe zugeführt werden. Radioaktive Stoffe, für die dies nicht auszuschließen ist, unterliegen einem Freigabeverfahren gemäß § 29 StrlSchV /2/. Die Verfahren zur Herausgabe und zur Freigabe sind im betrieblichen Regelwerk festzuschreiben.

Das Freigabeverfahren muss die Prüfung wesentlicher Daten (Nuklidvektor, Eignung und Kalibrierung der Messeinrichtungen, Herkunft des Stoffes und ggf. Homogenitätsnachweis) sowie stichprobenartige Kontrollmessungen ermöglichen.

Die Kontaminations- und Aktivierungsfreiheit von Stoffen, die einer Herausgabe zugeführt werden sollen, ist über Plausibilitätsbetrachtungen unter Berücksichtigung der Historie der Einrichtung sowie über stichprobenhafte Beweissicherungsmessungen zu belegen. Die Erkennungsgrenzen der beweissichernden Messungen sollten sich hierbei unter Berücksichtigung der messtechnischen Machbarkeit an 10 % der bei einer uneingeschränkten Freigabe zulässigen Werte gemäß Anlage III Tabelle 1 Spalte 4 und Spalte 5 StrlSchV /2/ orientieren.

## **7 Bauliche Einrichtungen**

Die baulichen Einrichtungen werden entsprechend den Landesbauordnungen der Bundesländer gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik errichtet. Zusätzlich ergeben sich aus den sicherheitstechnischen Untersuchungen zum bestimmungsgemäßen Betrieb des Zwischenlagers sowie zu Störfällen weitere Auslegungsanforderungen:

- Bei der Auslegung des Gebäudes ist die vorgesehene Nutzungsdauer im Hinblick auf die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Baustoffe und Bauteile zu berücksichtigen.
- Zu- und Abluftöffnungen des Lagergebäudes sind so anzuordnen und zu bemessen, dass eine sichere Abfuhr der Zerfallswärme des Inventars gewährleistet ist (vgl. 4.1).
- Die Temperaturbeanspruchung und Alterungsbeständigkeit der Baustrukturen infolge der von den Behältern abgegebenen Wärme, sind bei der Bauwerksauslegung zu berücksichtigen (vgl. 4.1 und 15).
- Verladebereiche und Behälterwartungsstationen (auch Empfangs- und Wartungsbereiche genannt) müssen mit leicht dekontaminierbaren Oberflächenbeschichtungen ausgeführt werden.
- Die Bauteile des Lagergebäudes müssen eine ausreichende Temperatur-, Druck- und Verschleißfestigkeit aufweisen. Der Boden im Lagerbereich muss mit einer verdichteten glatt gezogenen Deckschicht versehen sein.
- Die Bodenplatte des Zwischenlagers muss für das Befahren mit Transportfahrzeugen und für die Behälterlasten entsprechend der vorgesehenen Belegung ausgelegt sein. Dabei sind auch Teilbelegungszustände zu berücksichtigen (siehe auch Kap. 12.4.5 Lagerbelegung).
- Bei der Bauwerksauslegung ist auch der Anprall von Lasten bei Transportvorgängen anzusetzen, sofern dieser nicht durch Maßnahmen ausgeschlossen ist. Ebenso sind die Kranlasten und Lasten anderer schwerer Anlagenteile, z. B. Abschirmschotts, sowie Sonderlasten aus den Einwirkungen von innen und außen zu berücksichtigen.

- Sofern ein Behälterabsturz zu unterstellen ist, sind die Gebäudestrukturen im Lager- und Verladebereich so auszulegen, dass die Schäden derart begrenzt bleiben, dass die sicherheitstechnische Funktion des Gebäudes (Standicherheit, Abschirmung und Wärmeabfuhr) erhalten bleibt und die Möglichkeit einer Reparatur besteht. Zur Begrenzung der Beanspruchung von Behälter und Gebäudestrukturen sind ggf. Sondermaßnahmen wie z. B. der Einsatz von Stoß dämpfenden Strukturen im möglichen Absturzbereich erforderlich.
- Lager- und Verladebereich bilden einen Brandabschnitt, sofern im Verladebereich keine erheblichen Brandlasten gelagert sind. Angrenzende Gebäude, wie z. B. Büro- und Sozialtrakt, Labore, Werkstätten, sind als separate Brandabschnitte auszubilden.
- Die für das Gebäude mit Verlade- und Lagerbereich verwendeten Baustoffe – ausgenommen die Dekontbeschichtungen und Bauwerksabdichtungen – müssen „nicht brennbar“ (Klasse A nach DIN 4102-1 /15/) sein (vgl. Abschnitt 8.4).
- Das Lagergebäude muss für den Lastfall Brand nach DIN 4102, Teil 2 bis 4 /15/, standsicher ausgelegt sein.
- Das Bauwerk ist mit Erdungs- und Blitzschutzanlagen in sinngemäßer Anwendung der KTA 2206 /16/ zu versehen.
- Die Zwischenlager sind in sinngemäßer Anwendung der KTA 2207 /17/ gegen Hochwasser zu schützen.
- Das Lagergebäude muss für den Lastfall Erdbeben in sinngemäßer Anwendung der KTA 2201 /18/ standsicher ausgelegt sein (vgl. Kap. 9.2.1).

## **8 Technische Einrichtungen**

### **8.1 Hebezeuge und sonstige Transporteinrichtungen**

Die technische Auslegung der Hebezeuge, die für die Handhabung der Behälter eingesetzt werden, erfolgt nach KTA 3902 /19a/. Auf eine Auslegung nach erhöhten Anforderungen kann verzichtet werden, wenn nachgewiesen wird, dass bei Handhabungsstörfällen, z. B. einem Absturz eines Behälters, die Störfallplanungswerte der §§ 49 bzw. 50 in Verbindung mit § 117 Abs. 16 StrlSchV eingehalten werden und das Bauwerk gegen Folgelasten ausgelegt ist. Zur sicheren Handhabung der Behälter sind geregelte Hub- und Fahrtriebe vorzusehen.

Für den Lagerhallenkran ist ein System zur Hubhöhenbegrenzung und zum Anfahren vorgewählter Abstellplätze für Behälter im Zwischenlager erforderlich. Für Betriebsstörungen sind Maßnahmen zum Absetzen der Last vorzusehen.

Für den Lastfall Erdbeben ist die Standsicherheit des Behälterhallenkranes ohne Last gemäß KTA 3902 /19a/ nachzuweisen.

Grundsätzlich ist es auch möglich, zum Transport der Behälter im Zwischenlager Flurförderfahrzeuge einzusetzen. In diesem Fall ist das Gebäude für die Lasten entsprechend auszulegen. Bei der Auslegung des Gebäudes und der Behälter sind auch Anpralllasten zu berücksichtigen.

## **8.2 Lüftung**

Aus dem Zwischenlager muss die Zerfallswärme an allen Behälterpositionen durch passive Einrichtungen (Naturkonvektion) abgeführt werden können.

Sofern für den Lagerbereich zusätzliche aktive Lüftungsanlagen vorgesehen werden, muss sichergestellt werden, dass die Abfuhr der Zerfallswärme durch Naturkonvektion im Falle von Störungen und Störfällen nicht unzulässig behindert wird.

Die Luftwechselzahlen im Lagerbereich sind so zu wählen, dass das Auftreten von Kondenswasser in erheblichem Umfang vermieden wird. Hierzu ist eine Anpassung der Luftwechselzahlen an die Wärmeleistung der eingelagerten Behälter zulässig.

In der Behälterwartungsstation ist, wenn eine passive Kühlung nicht ausreichend ist, eine aktive Lüftungsanlage zur Unterstützung der Wärmeabfuhr vorzusehen. Da die Arbeiten in der Behälterwartungsstation jederzeit unterbrochen werden können, ist es ausreichend, wenn bei Störungen über einfache vorgeplante Handmaßnahmen auf eine passive Kühlung des Behälters übergegangen werden kann.

Für Instandhaltungsarbeiten am Behälter, bei denen eine Freisetzung von radioaktiven oder sonstigen schädlichen Gasen nicht ausgeschlossen werden kann, ist eine Absauganlage vorzuhalten.

## **8.3 Elektrotechnische Einrichtungen**

Zur elektrischen Energieversorgung des Zwischenlagers sind eine Normalstromversorgung, eine Ersatzstromversorgung und eine unterbrechungslose Stromversorgung vorzusehen.

Die Normalstromversorgung dient dem Betrieb des Lagerbereichs und der Versorgung der Infrastruktureinrichtungen. Die Auslegung hat entsprechend dem konventionellen Regelwerk (VDE-Vorschriften) zu erfolgen.

Die Ersatzstromversorgung bzw. zweite Normalstromversorgung und die unterbrechungslose Stromversorgung versorgen wichtige Einrichtungen. An die Ersatzstromversorgung sind Teile der Beleuchtung und Überwachungsanlagen anzuschließen. Entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung ist es ausreichend, diese Ersatzstromversorgung einsträngig aufzubauen, da keine aktiven

Sicherheitssysteme zur Einhaltung der Schutzziele erforderlich sind und laufende Arbeiten jederzeit gefahrlos unterbrochen werden können.

Die unterbrechungslose Stromversorgung hat die Sicherungsanlagen, die Sicherheitsbeleuchtung und Hinweisleuchten sowie gegebenenfalls wichtige DV-Anlagen und Strahlenmessenrichtungen zu versorgen.

#### **8.4 Brandschutz und Brandschutzeinrichtungen**

Für das Lagergebäude ist ein Brandschutzkonzept in sinngemäßer Anwendung der KTA 2101.1 /20/ zu erstellen.

Der Einschluss der radioaktiven Stoffe und eine ausreichende Abschirmung müssen während und nach Brandfällen erhalten bleiben.

Die Brandschutzmaßnahmen müssen geeignet sein, mögliche Brandbeanspruchungen der Behälter in der Handhabungs- und Lagerkonfiguration so weit einzuzugrenzen, dass mindestens eine Dichtbarriere soweit funktionsfähig bleibt, dass die Dosisgrenzwerte nach § 49 bzw. 50 i. V. m. § 117 Abs. 16 StrlSchV /2/ eingehalten werden.

Die Brandlasten im Gebäude sind zu minimieren. Im Lagerbereich ist das Lagern von brennbaren Stoffen nur dann zulässig, wenn diese Stoffe in einem Zustand bevorratet werden, in dem ihre Entzündung ausgeschlossen werden kann. Die Auslegung der Brandschutzmaßnahmen hat nach DIN 4102 /15/ und der KTA 2101 /20/ zu erfolgen. Die jeweils höhere Anforderung ist maßgebend.

Die Länge der Flucht- und Rettungswege im Gebäude mit Ausnahme des Lagerbereichs darf jeweils 50 m Laufweglänge nicht überschreiten. Im Lagerbereich gilt eine Lauflänge von maximal 120 m.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden sind im gesamten Bauwerk verteilt mobile Feuerlöschrichtungen vorzuhalten. Hierbei sind temporär vorhandene Brandlasten zu berücksichtigen. Bei der Auswahl der Löschmittel sind mögliche Folgeschäden (z. B. durch Korrosion) zu berücksichtigen. Das Betriebspersonal muss in der Brandbekämpfung von Entstehungsbränden geschult sein.

#### **8.5 Behandlung von Abfällen und kontaminierten Wässern**

Die Behälter, die in das Zwischenlager eingebracht werden sollen, müssen vor ihrer Anlieferung Kontrollen, zu denen auch Kontaminationskontrollen gehören, durchlaufen. Bei diesen und anderen Tätigkeiten im Zwischenlager fallen geringe Mengen an kontaminierten Abfällen bzw. Reststoffen und kontaminierten Wässern an. Die anfallenden Betriebsabfälle, wie z. B. Material aus Wischtests, gebrauchte Reinigungsmittel oder die möglicherweise im Kontrollbereich anfallenden Wässer, sind in geeigneten Behältern zu sammeln. Vor einer Abgabe von Wässern müssen diese auf ihre Aktivität überprüft werden. In Abhängigkeit von dem

Messergebnis können diese Wässer freigegeben oder an Inhaber anderer Genehmigungen abgegeben werden /2/.

Für die Beseitigung radioaktiver Abfälle ist bei der Sammlung, Kennzeichnung, Verarbeitung und Dokumentation die BMU-Richtlinie /21/ zu beachten. Für nicht radioaktive Abfälle und Abwässer sind die Anforderungen des Abfall- und Wasserrechts zu beachten.

Einzelheiten zur Abfall- und Reststoffbehandlung sind im Betriebshandbuch zu regeln.

## **8.6 Verladebereich und Behälterwartungsstation**

Getrennt vom Lagerbereich sind ein Verladebereich und eine Behälterwartungsstation – auch Empfangs- und Wartungsbereich genannt – im Zwischenlager vorzuhalten, wo die Arbeiten zur Ein- und Auslagerung der Behälter sowie Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten durchgeführt werden.

In der Behälterwartungsstation muss eine Krananlage für den Transport von Komponenten des Deckelsystems vorhanden sein. Im Hinblick auf ggf. erforderliche Arbeiten mit Schadstofffreisetzung, wie z. B. Schweiß- oder Lackierarbeiten, sind für die Behälterwartungsstation geeignete Lüftungs- oder Absauganlagen vorzuhalten. Bei Schweißarbeiten sind zusätzlich geeignete Schutzmaßnahmen vorzusehen. Sofern bei Arbeiten am Behälter eine Freisetzung radioaktiver Stoffe nicht ausgeschlossen ist, sind zum Schutz des Personals geeignete Absaugeinrichtungen und Probenahme-Einrichtungen vorzuhalten.

## **9 Störfallanalysen**

In einer Störfallanalyse ist zu untersuchen, welche Betriebsstörungen und Störfälle bei der Zwischenlagerung der bestrahlten Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle auftreten können. Hierzu sind die Gegebenheiten der Zwischenlagerung einschließlich möglicher langfristiger Effekte und die Betriebsabläufe systematisch zu analysieren sowie Erfahrungen aus vergleichbaren Anlagen zu berücksichtigen.

Aus dieser Analyse sind die für die Zwischenlagerung auslegungsbestimmenden Störfälle abzuleiten und gegenüber den zum anomalen Betrieb gehörenden Betriebsstörungen sowie zu den auslegungsüberschreitenden Ereignissen abzugrenzen. Menschliches Fehlverhalten ist bei der Analyse der Störfallmöglichkeiten zu berücksichtigen. Für auslegungsbestimmende Störfälle ist die Einhaltung der Anforderungen der §§ 49 bzw. 50 i. V. m. § 117 Abs. 16 StrlSchV /2/ durch Berechnung der möglichen radiologischen Auswirkungen nachzuweisen, sofern nicht die Störfallmöglichkeit aufgrund der nachgewiesenen getroffenen Vorsorge ausgeschlossen werden kann.

## 9.1 Einwirkungen von innen

Als auslegungsbestimmende Störfälle sind bei der trockenen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in der Regel die folgenden anlageninternen Ereignisse zu betrachten:

### 1 Mechanische Einwirkungen:

- Der Absturz eines Behälters unter Berücksichtigung aller Szenarien, die sich aus den im Betriebshandbuch definierten Handhabungsabläufen ergeben.

Sind die Hebezeuge des Zwischenlagers (Krananlage und Lastaufnahmeeinrichtungen) nach erhöhten Anforderungen der KTA 3902 /19a/ und die Lastanschlagpunkte der Behälter nach erhöhten Anforderungen der KTA 3905 /19b/ ausgelegt und wird die kontinuierliche Einhaltung dieser Anforderungen über die Aufbewahrungsdauer sichergestellt (z. B. für Hebezeuge mittels wiederkehrender Prüfungen entsprechend KTA 3903 /19c/), so ist kein Behälterabsturz zu unterstellen und es sind keine Absturzsznarien zu betrachten.

- Kollision eines Behälters bei der Handhabung unter Berücksichtigung der möglichen Aufprall- bzw. Anprallpartner.
- Das Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last auf die Behälter.

Aus der Analyse aller betrieblich zulässigen Handhabungsvorgänge in einem Zwischenlager sind diejenigen Szenarien herzuleiten, die die höchsten (globalen) mechanischen Beanspruchungen der Behälterstruktur repräsentieren. Zur Ermittlung dieser Szenarien sind geeignete ingenieurtechnische Analysemethoden unter Berücksichtigung wesentlicher Einflussparameter wie z. B. Absturzhöhe, Aufprallkinematik und Aufprallpartner (z. B. Fahrzeug, Bauwerk, Stoßdämpfer) heranzuziehen. Nachfolgend sind für die so ermittelten Szenarien dezidierte Festigkeitsnachweise nach Stand von Wissenschaft und Technik unter Berücksichtigung lokaler (i.d.R. numerischer) Beanspruchungsanalysen und der von den Beanspruchungsrandbedingungen (z. B. Temperatur, Beanspruchungsgeschwindigkeit, Alterung) abhängigen Werkstoffparameter zu erbringen, die eine Beurteilung der Einhaltung der Schutzziele ermöglichen.

### 2 Thermische Einwirkungen durch Brand

Zu berücksichtigen sind die maximal stationär und temporär im Zwischenlager befindlichen Brandlasten. Zusätzlich zu den für die Integrität der Behälter und die Dichtfunktion zu führenden Nachweise gemäß Kapitel 8.4 sind mögliche Brände in dem Zwischenlager mit potenziellen Aktivitätsfreisetzungen zu analysieren. Brennare Betriebsabfälle und vorübergehend vorhandene potenzielle Brandquellen sind in den Störfallanalysen zu berücksichtigen.

## **9.2 Einwirkungen von außen**

Für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern sind in der Regel folgende Einwirkungen von außen zu betrachten:

- Naturbedingte Einwirkungen von außen wie Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben, Erdbeben,
- Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen wie Einwirkungen schädlicher Stoffe, Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen, von außen übergreifende Brände (Waldbrand), Bergschäden, Flugzeugabsturz (zufälliger Absturz eines schnell fliegenden Militärflugzeugs).

Standortspezifische Besonderheiten sind erforderlichenfalls zusätzlich zu berücksichtigen.

Mögliche Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen werden in Kapitel 9.2.3 behandelt. Einwirkungen von außen durch beabsichtigtes Eingreifen Dritter werden im Rahmen des Schutzes gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter betrachtet /9/ und /10/.

### **9.2.1 Naturbedingte Einwirkungen von außen**

Naturbedingte Einwirkungen von außen sind als betriebliche Lasten oder als Auslegungsstörfälle zu berücksichtigen. Die Lastannahmen für diese naturbedingten Einwirkungen sind den Standortgegebenheiten entsprechend festzulegen:

- 1 Bei der Auslegung gegen Sturm, Regen, Schneefall und Frost sind die ungünstigsten am Standort zu erwartenden Witterungsbedingungen zugrunde zu legen.
- 2 Das Lagergebäude ist gegen Blitzschlag in sinngemäßer Anwendung der KTA 2206 /16/ und nach den einschlägigen VDE-Richtlinien und -Bestimmungen zu schützen.
- 3 Der Standort des Zwischenlagers sollte hochwasserfrei sein. Kann eine Überflutung durch Hochwasser nicht ausgeschlossen werden, so ist das Zwischenlager entsprechend den Anforderungen der KTA 2207 gegen Hochwasser zu schützen /17/.
- 4 Die Einhaltung der Schutzziele ist für das Bemessungserdbeben zu gewährleisten. Erdbebenbedingte Einwirkungen auf technische Einrichtungen - wie Hebezeuge, Abschirmtüren - oder auf das Lagergebäude dürfen nicht zu unzulässigen radiologischen Auswirkungen für die Bevölkerung gemäß § 49 bzw. 50 i. V. m. § 117 Abs. 16 StrlSchV /2/ führen. Für die Betrachtung des Lastfalles Erdbeben ist als Bemessungsgrundlage vom Bemessungserdbeben nach der KTA-Regel 2201.1 /18/ auszugehen.

### **9.2.2 Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen**

Die Lastannahmen für zivilisatorisch bedingte äußere Einwirkungen richten sich unter Beachtung der Gegebenheiten des Standortes 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 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 sind ausgehend von den Lastannahmen aus den RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren für Flugzeugabsturz /22/ und der BMI-Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen /23/ bzw. aus standortspezifischen Festlegungen und von den eingelagerten nuklidspezifischen Aktivitätsinventaren sowie deren Freisetzungsverhalten Maßnahmen zur Schadensreduzierung bei Flugzeugabsturz und von außen auftreffenden Druckwellen zu betrachten. Dem Gesichtspunkt der Reduzierung der Schadensauswirkung ist dann genügt, wenn auch bei diesen Ereignissen die unter realistischen Randbedingungen ermittelten radiologischen Auswirkungen einschneidende Maßnahmen des Katastrophenschutzes nicht erforderlich machen /24/. Die Reduzierung der Schadensauswirkungen durch Flugzeugabsturz und Druckwelle kann entweder durch den Behälter oder durch die Kombination von Behälter und Lager/Lagergebäude erreicht werden.

Beim Aufprall des Flugzeugs auf das Lagerhallengebäude gemäß Last-Zeitfunktion nach /22/ kommt es neben der Zerstörung der Flugzeugstruktur je nach Gebäudekonstruktion auch zu dessen Beschädigung bzw. Zerstörung. Die hieraus nachfolgend für die Behälter resultierenden sicherheitsrelevanten Beanspruchungsszenarien sind abzuschätzen. Hierzu können der Aufprall kompakter Flugzeugstrukturen wie Triebwerke und Fahrwerke sowie schwerer Gebäudeteile (z. B. Dachbinderabsturz) auf den Behälter zählen.

Beschädigungen und Verschüttungen der Behälter durch aufprallende Bauteile, Wrackteile oder technische Einrichtungen, Folgebrände und Trümmerlasten dürfen die Schutzziele nicht in unzulässiger Weise beeinträchtigen.

### **9.2.3 Wechselwirkung mit einem bestehenden Kernkraftwerk**

Für Zwischenlager in unmittelbarer Nachbarschaft zu einem bestehenden Kernkraftwerk sind folgende Ereignisse auf dem Kraftwerksgelände zu betrachten und die Auswirkungen auf das Zwischenlager zu untersuchen:

- Umstürzen des Kamins oder anderer baulicher Einrichtungen,
- Turbinenversagen und
- Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt.

Darüber hinaus ist in jedem Fall die Zugänglichkeit des Zwischenlagers und des benachbarten Kernkraftwerkes zu gewährleisten.

## **10 Eigenständigkeit des Zwischenlagers**

Bei Zwischenlagern, die sich in direkter Nachbarschaft zu einer weiteren in Betrieb befindlichen kerntechnischen Anlage befinden, ist es zulässig, infrastrukturelle Einrichtungen gemeinsam zu nutzen. Dazu zählen u. a.:

- Leittechnische Einrichtungen,
- Umgebungsüberwachung,
- Sicherungseinrichtungen,
- Medienver- und -entsorgung einschließlich elektrischer Versorgung,
- Allgemeine Dienste und
- Personal.

Bei einer gemeinsamen Nutzung ist dafür zu sorgen, dass der Betrieb des Zwischenlagers nicht in sicherheitstechnisch unzulässiger Weise beeinträchtigt wird. Außerdem muss sichergestellt sein, dass die Anzeigen des Behälterüberwachungssystems auch im Zwischenlager erfolgen.

Ist der Betrieb des Zwischenlagers für einen Zeitraum geplant, der über die Betriebszeit der benachbarten kerntechnischen Anlage, deren Einrichtungen mitgenutzt werden, hinausgeht, ist ein Konzept vorzulegen, das Maßnahmen zur Herstellung eines autarken Betriebs des Zwischenlagers nach der Stilllegung der benachbarten kerntechnischen Anlage aufzeigt. Dabei ist auch das Reparaturkonzept für die Behälter anzupassen.

## **11 Qualitätssicherung**

Bereits während der Planung und Auslegung des Zwischenlagers ist ein nach Sicherheitserfordernissen abgestuftes Konzept zur Qualitätssicherung für die Errichtung und den Betrieb des Zwischenlagers auszuarbeiten. Hierzu ist es zweckmäßig, alle Systeme, Komponenten und Bauteile entsprechend ihrer sicherheitstechnischen oder radiologischen Bedeutung bestimmten Qualitätsklassen zuzuordnen.

Die begleitende Kontrolle zur Qualitätssicherung umfasst die Vorprüfung, herstellungsbegleitende Prüfungen sowie Abnahme- und Funktionsprüfungen. Der Umfang der begleitenden Kontrollen ist gemäß der den sicherheitstechnischen Anforderungen entsprechenden Qualitätsklasse festzulegen. Das grundsätzliche Vorgehen hat entsprechend der DIN ISO 9000 ff und in sinngemäßer Anwendung der KTA 1401 /25/ zu erfolgen. Für die Dokumentation gelten die Grundsätze der KTA 1404 /26/.

Die Herstellung der Behälter und aller zugehörigen Komponenten erfolgt auf der Grundlage eines nach DIN ISO 9000 ff zertifizierten Qualitätsmanagementsystems. Im Einzelnen gelten die Bedingungen des

Vermerkes /27/ in der jeweils gültigen Fassung. Für jeden Behälter wird vor Beginn der Beladung die Übereinstimmung der Behälterqualität mit den Anforderungen für die Zwischenlagerung auf Grundlage der verkehrsrechtlichen Abnahmebescheinigung und der Herstellerdokumentationen davon nicht erfasster Bauteile einschließlich der lagerspezifischen Bewertung aller dokumentierten Abweichungen in Form einer Konformitätsbescheinigung bestätigt. Für gesondert hergestellte sicherheitsrelevante Komponenten wie Metalledichtungen, Fügedeckel und Druckschalter können separate Konformitätsbescheinigungen vorgelegt werden.

## **12 Betrieb des Zwischenlagers**

### **12.1 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 Zwischenlagern: alle Vorgänge zum erstmaligen Erreichen des Normalbetriebszustandes der Anlage (Inbetriebnahme),
- der bestimmungsgemäße Betrieb und
- die Erkennung und Beherrschung von Störungen und Störfällen sowie die Beseitigung ihrer Folgen.

Zur sicheren Durchführung dieser 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.

### **12.2 Organisation und Managementsystem**

Die Organisationsstruktur des Zwischenlagerbetreibers muss klar definierte Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten, Befugnisse und Kommunikationswege ausweisen. Die Organisationsstruktur muss sicherstellen, dass über den gesamten sicherheitstechnisch notwendigen Zeitraum hinweg das erforderliche Personal mit den notwendigen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Erfahrungen verfügbar ist, um alle notwendigen Aktivitäten fachgerecht ausführen zu können.

Sofern sich die Zwischenlagerorganisation externer Hilfe bedient, muss sie die fachgerechte Ausführung der Tätigkeiten der externen Organisation sicherstellen.

Die Zwischenlagerorganisation hat ein Managementsystem zu etablieren, dieses kontinuierlich zu überprüfen und weiterzuentwickeln. Das Managementsystem soll mit den Organisationszielen kongruent sein und zur Umsetzung dieser Ziele beitragen. Das oberste Ziel des Managementsystems soll die Erreichung, kontinuierliche Aufrechterhaltung und Verbesserung der Sicherheit sein. Dazu muss das Managementsystem

- alle für den sicheren Betrieb des Zwischenlagers erforderlichen Anforderungen in einem kohärenten Ansatz zusammenführen,
- alle geplanten und systematischen Handlungsweisen beschreiben, die für die Umsetzung dieser Anforderungen erforderlich sind und
- sicherstellen, dass Anforderungen an die Arbeitssicherheit, die Umwelt, den Schutz und Erhalt des Zwischenlagers, die Qualität und die Wirtschaftlichkeit nicht getrennt von den Sicherheitsanforderungen erwogen werden, um dadurch mögliche ungünstige Auswirkungen auf die Sicherheit zu vermeiden.

Das Managementsystem ist für den gesamten erforderlichen Zeitraum (Planung, Errichtung, Betrieb, Stilllegung und Rückbau des Zwischenlagers) kontinuierlich aufrecht zu erhalten und muss sowohl den Normalbetrieb als auch die Störungen, Störfall- und Notfallsituationen umfassen.

Im Managementsystem sind diejenigen Prozesse, die zur Erreichung der Organisationsziele erforderlich sind, einschließlich der Bereitstellung der Mittel, die zur Einhaltung aller Anforderungen und zur Durchführung der Aufgabe erforderlich sind, zu identifizieren. Die Prozesse sollen geplant erfolgen und umgesetzt werden, die Umsetzung soll bewertet und kontinuierlich verbessert werden. Die Arbeitsgänge jedes Prozesses sollen unter kontrollierten Bedingungen und unter Anwendung aktueller Vorschriften ausgeführt werden. Anweisungen, Zeichnungen und andere Hilfsmittel sollen periodisch überprüft werden, um ihre Eignung und Wirksamkeit sicherzustellen.

Das Managementsystem soll für alle Beschäftigten, die sicherheitsrelevante Aufgaben wahrnehmen, die notwendigen Qualifikationen und Erfahrungen zusammenstellen und Trainingsprogramme zur Entwicklung und zum Erhalt der Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten angeben.

Das Managementsystem ist zu beschreiben. Die Dokumentation des Managementsystems soll mindestens Folgendes beinhalten:

- die Sicherheitspolitik des Unternehmens,
- eine Beschreibung des Managementsystems,
- eine Beschreibung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten, ihre Zuordnung, die Entscheidungsstrukturen und das Zusammenspiel zwischen dem Management, den Ausführenden und denjenigen, die die Ausführung zu bewerten haben,
- eine Beschreibung der Zusammenarbeit mit wichtigen externen Organisationen und

- eine Beschreibung der Prozesse einschließlich der Informationen bezüglich Vorbereitung, unabhängiger Überprüfung, Ausführung und Dokumentation der Arbeiten. Außerdem sind die Maßnahmen zur Bewertung und ggf. Verbesserung der Prozesse und Tätigkeiten darzustellen.

### **12.3 Inbetriebnahme**

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

Für den gesamten Handhabungs- und Abfertigungsablauf einschließlich der Strahlenschutzmaßnahmen ist jeweils mit einem Behälter jeder zur Einlagerung genehmigten Behälterbauart vor der ersten Einlagerung in jedem Zwischenlager eine Kalterprobung durchzuführen. Bei dieser Erprobung sollen gegebenenfalls noch vorhandene Mängel im Ablauf erkannt, der Umgang mit Behältern optimiert, sowie die vorgesehenen Verfahrensweisen angepasst und endgültig festgelegt werden.

### **12.4 Betrieb**

#### **12.4.1 Normalbetrieb**

Es ist in sinngemäßer Anwendung der KTA 1201 /28/ ein Betriebshandbuch anzulegen, das alle Betriebsvorgänge sowie die bei Störfällen zu ergreifenden Maßnahmen in eindeutigen 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.

Die den sicherheitstechnischen Nachweisen zu Grunde liegenden Annahmen und Randbedingungen für Behältereigenschaften und Inventare sind in Technischen Annahmebedingungen für das Zwischenlager zusammenzustellen. Für die Nachweisführung zur Einhaltung der Technischen Annahmebedingungen sind Ausführungsbestimmungen zu erstellen, die insbesondere Arbeitsanweisungen und Prüfvorschriften beinhalten, die bei der Behälterbeladung und -abfertigung anzuwenden sind.

Für sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen des Zwischenlagers sind wiederkehrende Prüfungen durchzuführen. Deren Häufigkeit ist nach der sicherheitstechnischen Bedeutung der zu prüfenden Komponenten unter Berücksichtigung der fachspezifischen Regelungen festzulegen. Die wiederkehrenden Prüfungen sind in einem Prüfhandbuch in sinngemäßer Anwendung der KTA 1202 /29/ festzulegen. Die Konzeption und Auslegung der Einrichtungen ist so zu gestalten, dass der Prüfbereich uneingeschränkt zugänglich ist und die Prüfungen mit geringer Strahlenexposition des Personals durchführbar sind. Art und Umfang sowie Prüfbeteiligung durch Sachverständige sind für erstmalige und wiederkehrende Prüfungen festzulegen. Die Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen sind zu dokumentieren und stehen für die Langzeitüberwachung zur Verfügung.

Der Betrieb des Zwischenlagers 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 und zu dokumentieren.

Über sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse ist Buch zu führen. Sicherheitsrelevante Erkenntnisse aus Inbetriebnahme und bestimmungsgemäßem Betrieb (insbesondere bei Instandhaltungen und Inspektionen) sind zu dokumentieren. Art und Umfang dieser Dokumentation sind festzulegen. Sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse sind entsprechend der Regelungen der AtSMV /30/ zu melden. Aus der Auswertung solcher Ereignisse resultierende Konsequenzen sind zu bewerten und ggf. entsprechend in den betrieblichen Regelungen zu berücksichtigen.

Erfahrungen aus dem Betrieb vergleichbarer Anlagen sind bei der Betriebsführung des Zwischenlagers zu berücksichtigen. Dies stellt sicher, dass Erfahrungen insbesondere hinsichtlich Alterungserscheinungen bei Einrichtungen des Zwischenlagers auf ihre Übertragbarkeit untersucht und bewertet werden. Auf diese Weise können auch sehr langsam ablaufende Vorgänge sowie seltene oder nur bei bestimmten Behälterbauarten 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 Behälter und deren Abtransport eingesetzt werden, müssen so lange verfügbar sein, bis alle Behälter abtransportiert sind. Dabei muss davon ausgegangen werden, dass ein Abtransport der Behälter z. B. zur Vorbereitung der Einlagerung in ein Endlager über einen längeren Zeitraum erfolgen kann. Dazu sind

- die erforderlichen Einrichtungen des Zwischenlagers (z. B. Hebezeuge) entweder betriebsbereit oder in einem solchen Zustand zu erhalten, dass die Betriebsbereitschaft dieser Einrichtungen (z. B. durch eine wiederkehrende Prüfung) kurzfristig hergestellt und diese eingesetzt werden können,
- für den Transport und dessen Vorbereitung erforderliche Hilfsmittel rechtzeitig zur Verfügung zu stellen und
- die Behälter in einem Zustand zu erhalten, der die Erfüllung verkehrsrechtlicher Anforderungen ermöglicht.

#### **12.4.2 Anomaler Betrieb**

Zu den anomalen Betriebszuständen zählen Ausfälle sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme wie

- Ausfall der Stromversorgung,
- Ausfall von Komponenten der Hebezeuge und Transportmittel,

- Ausfall einer Dichtung des Doppeldeckel-Dichtsystems,
- Fehlfunktion des Behälterüberwachungssystems einschließlich Druckschalter (vgl. Kap. 2.2),
- Ausfall von Überwachungseinrichtungen (z. B. Brandmeldeanlage, Strahlenschutzüberwachung und sonstige leittechnische Einrichtungen),
- Schäden an Bauwerken, die zu Beeinträchtigungen von sicherheitstechnisch relevanten Systemen führen können und
- Ausfall von Lüftungsanlagen bzw. aktiver Komponenten zur Unterstützung der Wärmeabfuhr (z. B. in der Behälterwartungsstation).

Für die anomalen Betriebszustände ist die Einhaltung der Grenzwerte des § 46 und § 47 StrlSchV /2/ nachzuweisen.

Bei Ausfällen oder Störungen der oben genannten Komponenten und Systeme sind in Abstimmung mit der zuständigen Behörde unverzüglich Reparaturmaßnahmen einzuleiten.

Aufgrund des passiven Sicherheitskonzeptes bei der trockenen Zwischenlagerung von Brennelementen und Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen entsprechend dieser Leitlinie ist eine explizite Ableitung von maximal zulässigen Reparaturzeiten nicht erforderlich, da die o. g. anomalen Betriebszustände keine unmittelbare Auswirkung auf die Einhaltung der Schutzziele haben.

Auf Basis einer sicherheitstechnischen Bewertung des Aufbewahrungskonzeptes und unter Berücksichtigung der bisher vorliegenden Erfahrungen bei der trockenen Zwischenlagerung von Brennelementen und Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen ist folgende Reparaturzeitregelung für das Behälterüberwachungssystem angemessen.

Nach dem Ansprechen des Behälterüberwachungssystems ist innerhalb einer Diagnosezeit von fünf Arbeitstagen die Ursache zu klären und eine Entscheidung über die Zuordnung zu einem der drei folgenden Fälle zu treffen:

- 1 Druckschalter defekt:** Mit der Vorbereitung des Druckschalteraustauschs ist unverzüglich zu beginnen. Die Ursachenklärung für den Druckschalterdefekt erfolgt separat.
- 2 Leittechnik defekt:** Mit der Vorbereitung der Reparatur ist unverzüglich zu beginnen. Bis zum Abschluss der Reparatur sind die betroffenen Druckschaltersignale diskontinuierlich in monatlichen Abständen auszulesen.
- 3 Dichtung defekt:** Mit der Vorbereitung der Reparatur gemäß Reparaturkonzept (Austausch der Dichtung, Aufbringen Fügedeckel oder Abtransport) ist unverzüglich zu beginnen.

### **12.4.3 Eingangskontrolle**

Es dürfen nur Behälter angenommen werden, deren Beladung entsprechend den Technischen Annahmebedingungen (siehe Kap. 12.4.1) des jeweiligen Zwischenlagers durchgeführt wurde. Eingehende Behälter sind auf ihre Oberflächenkontamination zu prüfen. Es dürfen nur solche Behälter eingelagert werden, deren Oberflächenkontamination die zulässigen Werte nach Strahlenschutzverordnung /2/ für den Überwachungsbereich nicht überschreitet. Sofern die Einlagerung aus einem benachbarten Kernkraftwerk ohne Transport über öffentliche Verkehrswege erfolgt, kann vorgesehen werden, dass bestimmte Teile der Kontrollen, die bei der Beladung im Kernkraftwerk durchgeführt werden müssen, bei der Einlagerung ins Zwischenlager entfallen können.

Beim Antransport der Behälter über öffentliche Verkehrswege ist die Transportdokumentation vorzulegen. Aus der Dokumentation muss hervorgehen, inwieweit die Routinebeförderungsbedingungen eingehalten worden sind.

Bei gleichzeitiger Anlieferung von mehreren Behältern muss ein Bereich für das kurzfristige Abstellen vorgesehen werden, bis die Behälter für die Einlagerung in den Lagerbereich abgefertigt sind. Dieser Abstellbereich ist unter den Gesichtspunkten des betrieblichen Strahlenschutzes zu konzipieren.

Wenn bei der Eingangskontrolle Abweichungen von den Annahmebedingungen des Zwischenlagers festgestellt werden, ist die zuständige Behörde zu informieren, und es sind geeignete Maßnahmen festzulegen.

Sollten während des Transports Abweichungen von den Routinebeförderungsbedingungen aufgetreten sein, müssen am Behälter gesonderte Prüfungen auf Beschädigungen bzw. Beeinträchtigungen durchgeführt werden. Alle Maßnahmen, die zur Wiederherstellung des Soll-Zustandes dienen, sind nach einem von der zuständigen Behörde freigegebenen Schrittfolgeplan durchzuführen.

### **12.4.4 Ausgangskontrolle**

Ausgehende Behälter sind bei Transport über öffentliche Verkehrswege durch Messung auf die Einhaltung der aus dem Verkehrsrecht resultierenden Anforderungen sowie bezüglich der Erfüllung der Anforderungen der annehmenden Anlage zu prüfen. Personen, Gegenstände und Arbeitsmittel sind einer entsprechenden Ausgangskontrolle gemäß StrlSchV zu unterziehen.

### **12.4.5 Lagerbelegung**

Für die Anordnung der Behälter im Lagerbereich ist ein Lagerbelegungsplan zu erstellen.

Durch die im Lagerbelegungsplan festgelegte Anordnung der Behälter muss sichergestellt werden, dass die der Gebäudeauslegung zugrunde liegenden maximalen radiologischen, thermischen und mechanischen

Lasten in jedem Lagersegment sicher eingehalten werden. Darüber hinaus muss die Anordnung der Behälter Aspekte der Handhabung und der Zugänglichkeit für Überprüfungen sicherstellen.

Jede Ein-, Aus- und Umlagerung von Behältern ist zu dokumentieren. Dabei ist auch die ständige Einhaltung der der Gebäudeauslegung zugrunde liegenden maximalen radiologischen, thermischen und mechanischen Lasten zu dokumentieren.

Eine gemeinsame Zwischenlagerung der im Anwendungsbereich dieser Leitlinie genannten Inventare mit zugehörigem Equipment für Handhabung und Transport der Behälter sowie mit radioaktiven Abfällen und mit Komponenten aus dem Betrieb und der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage oder Einrichtung ist möglich, wenn diese in fester Form vorliegen und keine Beeinträchtigung der Sicherheit der Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und Wärme entwickelnden Abfälle darstellen. Dabei sind mögliche Einflüsse dieser Materialien, die die Sicherheit der Zwischenlagerung betreffen könnten, zu analysieren. Insbesondere sind damit verbundene zusätzliche Brandlasten, die moderierende Wirkung von Stoffen bezüglich der Einhaltung der Kritikalitätssicherheit sowie zusätzliche Handhabungsvorgänge zu betrachten.

Die Lagerung der im Anwendungsbereich genannten Inventare ist in geeigneter Weise von der Lagerung nicht Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle im Sinne einer ordnungsgemäßen Lagerhaltung durch Abstand oder Abtrennungen zu separieren. Die Ein- und Auslagerungsvorgänge der Abfallgebinde mit nicht Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen oder von Komponenten aus dem Betrieb und der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage oder Einrichtung sind so zu gestalten, dass eine Beschädigung der eingelagerten Behälter für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde Abfälle ausgeschlossen wird.

#### **12.4.6 Instandhaltung**

Alle Einrichtungen des Zwischenlagers, die einer Prüfung oder Instandhaltung bedürfen, sind 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 die Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind Regelungen in das Betriebshandbuch aufzunehmen.

#### **12.4.7 Betriebsberichte**

Über den Betrieb des Zwischenlagers sind regelmäßig schriftliche Betriebsberichte zu erstellen, die Informationen zu allen wesentlichen Betriebsvorgängen enthalten. Hierzu zählen insbesondere:

- die Ein- und Auslagerungen einschließlich der Bilanzierung des Bestandes an Kernbrennstoffen sowie der Gesamtaktivität der eingelagerten Kernbrennstoffe,
- die aktuelle Lagerbelegung,

- die Ergebnisse der festgelegten wiederkehrenden Prüfungen,
- die sonstigen wesentlichen betrieblichen Vorgänge und Vorkommnisse sowie
- die Ergebnisse der Messungen der Personendosis von Personen, die im Zwischenlager tätig waren.

Der Bericht soll insgesamt Aufschluss darüber geben, dass die radiologischen, thermischen und statischen Randbedingungen mit den eingelagerten Behältern eingehalten werden.

## 12.5 Dokumentation des Zwischenlagers

Die Dokumentation eines Zwischenlagers hat in Anlehnung an das in der KTA-Regel 1404 /26/ festgelegte Dokumentationssystem zu erfolgen. Die Lesbarkeit und die Aufbewahrungsfrist haben sich an dem voraussichtlichen Endlagerzeitpunkt zu orientieren.

Die Dokumentation ist zu unterteilen in die Genehmigungs-/Aufsichtsdokumentation, Qualitätsdokumentation und Betriebsdokumentation. Sie umfasst folgende Dokumente:

- Genehmigungen und Änderungsgenehmigungen,
- Änderungen aus Aufsichtsverfahren,
- Auslegung, Fertigung, Errichtung, Inbetriebsetzung, Betrieb und Instandhaltung,
- sicherheitstechnisch relevanter Anlagenteile,
- Unterlagen zu den Transport- und Lagerbehältern sowie zu den Inventaren,
- Angaben über sicherheitstechnisch relevante Ereignisse und
- Angaben zum Strahlenschutz.

Teile der Dokumentation des Zwischenlagers sind Bestandteil der Sicherheitsdokumentation (s. u.).

Die gesamte Dokumentation ist ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Zwischenlagers geschützt gegen Feuer, Hochwasser, schädigende magnetische Einwirkungen, Temperatur-, Licht- und Feuchtigkeitseinflüsse sowie gegen Schädlinge und gegen unerlaubten Zugang Dritter zu lagern. Eine Zweitedokumentation ist räumlich und brandschutztechnisch getrennt aufzubewahren, so dass im Anforderungsfall die Zugriffsmöglichkeit darauf gegeben ist.

Die Sicherheitsdokumentation des Zwischenlagers umfasst alle Angaben und Nachweise, die für den sicheren Betrieb der Anlage und das Schutzniveau relevant sind. Dies sind z. B.

- Betriebshandbuch, Prüfhandbuch einschließlich Prüfberichten für sicherheitstechnisch relevante Komponenten, Strahlenschutzanweisung,
- Genehmigung(en), Antragsunterlagen, soweit sie in das Zulassungsverfahren Eingang gefunden haben, geführte Einzelnachweise (z. B. zum Brandschutz, Einwirkungen von außen) und
- Pläne, Zeichnungen, Hersteller- und Prüfzertifikate, Sicherheitsgutachten.

Eine Beispielliste mit allen Bestandteilen der Sicherheitsdokumentation ist im Anhang 1 angegeben.

Die Sicherheitsdokumentation kann aus einer Vielzahl einzelner Dokumente bestehen. In diesem Fall sollte eine übersichtliche Zusammenstellung in einer Liste mit dem jeweiligen Revisionsstand der Dokumente angefertigt werden.

Die Sicherheitsdokumentation dient als Basis für den sicheren Betrieb über die gesamte Lebensdauer des Zwischenlagers von der Planung über die Errichtung, die Inbetriebnahme, den Betrieb, die Stilllegung und den Rückbau. Sie dient ferner als Referenz für die sicherheitstechnische Beurteilung von Änderungen in dem Zwischenlager und für Änderungen in der betrieblichen Praxis. Sie enthält eine Beschreibung über alle Sicherheitsaspekte des Zwischenlagers und über alle sicherheitsrelevanten Aspekte des Standorts, der Errichtung des Zwischenlagers, des Betriebs, der Vorkehrungen für die Außerbetriebnahme und den Rückbau sowie des Managements, die zum sicheren Betrieb des Zwischenlagers beitragen. Sie soll sowohl das Zwischenlager selbst als auch die Behälter und ihre sicherheitsrelevanten Eigenschaften umfassen.

Die Sicherheitsdokumentation muss stets auf dem aktuellen Stand gehalten werden, damit

- Modifikationen, neue regulatorische Anforderungen und relevante Standards,
- die Ergebnisse aus den periodischen Sicherheitsüberprüfungen (siehe Kapitel 15) und
- die Ergebnisse der Auswertung von Ereignissen

so rasch wie möglich und, entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung, angemessen Eingang in die Dokumentation finden.

## **12.6 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 aus benachbarten kerntechnischen Anlagen bzw. nur bei Bedarf oder zeitweise zum Einsatz kommt. Dabei sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- Zwischenlager, die zu einer in Betrieb oder Rückbau befindlichen kerntechnischen Anlage gehören: Hier wird für die meisten Funktionen auf Personal der kerntechnischen Anlage zurückgegriffen.
- Zwischenlager, die eine dauerhafte Besetzung mit eigenem Personal aufweisen: Diese Zwischenlager sind im Hinblick auf den Betrieb als autark anzusehen.
- Zwischenlager, die keine dauerhafte Besetzung mit Personal erfordern: Die Funktionen beschränken sich dabei z. B. 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 Zwischenlagers sind Teams zusammenzustellen, die möglichst regelmäßig zusammenarbeiten, in einem engen Erfahrungsaustausch stehen sowie auch die Erprobungen (vgl. Kap. 12.3) durchführen und auswerten. Diese Mitarbeiter sollen mit der Aufgabe dauerhaft betraut werden.

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.

### **13 Notfallschutz**

Für das Zwischenlager ist ein anlageninterner Notfallplan auszuarbeiten. Der Notfallplan umfasst sowohl Vorkehrungen für radiologische als auch nicht-radiologische Ereignisse. Im Notfallplan müssen mindestens die im Anhang 1 zu diesem Kapitel aufgelisteten Angaben enthalten sein /32/. Die dafür erforderlichen betriebsinternen Organisationsstrukturen sind zu schaffen und kontinuierlich aufrechtzuerhalten. Die anlageninternen Verantwortlichkeiten und die für den Kontakt mit den für Notfälle zuständigen externen Organisationen Zuständigen sind zu benennen. Die jeweiligen Verantwortlichen sind über die gesamte Dauer eines Notfalls verfügbar zu halten. Basierend auf dem anlageninternen Notfallplan ist sicherzustellen, dass qualifiziertes und erfahrenes Personal, Anlagen und Einrichtungen zur Reaktion auf Notfälle angemessen vorbereitet, zuverlässig verfügbar sind und bei Notfällen einsatzfähig sind. Der anlageninterne Notfallplan ist den zuständigen Aufsichtsbehörden und den für Notfälle zuständigen Organisationen zur Kenntnis zu bringen. In regelmäßigen Abständen sind Notfallübungen durchzuführen. Die zuständige Aufsichtsbehörde ist von den Übungen in Kenntnis zu setzen und kann daran teilnehmen. Ein Teil der Notfallübungen ist als integrierte Übung zusammen mit den zuständigen externen Organisationen durchzuführen. Der Notfallplan ist regelmäßig zu überprüfen, die gewonnenen Erfahrungen bei der Überarbeitung zu berücksichtigen.

Je nach Zwischenlagertyp und den gelagerten Behältern können zusätzlich unterschiedliche Maßnahmen des externen Notfallschutzes erforderlich sein (siehe §§ 50-53 StrlSchV /2/). Für das Zwischenlager ist basierend auf den Freisetzungsmöglichkeiten für radioaktive Stoffe aus dem Lager ein Plan für betriebliche radiologische Notfallschutzmaßnahmen auszuarbeiten und gegebenenfalls mit dem Notfallschutzplan benachbarter kerntechnischen Anlagen sowie mit den zuständigen örtlichen und überörtlichen Behörden abzustimmen. Exemplare des betrieblichen Notfallschutzplans sind stets an einer ständig besetzten Stelle verfügbar zu halten. Weitere Exemplare bekommen gegebenenfalls die benachbarten kerntechnischen Anlagen, die zuständigen Behörden und Sicherheitsorgane.

### **14 Periodische Sicherheitsüberprüfung**

Der Zwischenlagerbetreiber muss regelmäßig alle zehn Jahre eine Sicherheitsüberprüfung für sein Zwischenlager durchführen /31/. Das Überwachungskonzept muss die Überwachung des Gesamtzustandes des Zwischenlagers gewährleisten. Einzelheiten sind in den Leitlinien zur periodischen

Sicherheitsüberprüfung (PSÜ) von Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle /33/ geregelt.

Zur Beherrschung der Langzeit- und Alterungseffekte während der beantragten Nutzungsdauer des Zwischenlagers sind ein Alterungsmanagementkonzept vorzulegen und Maßnahmen entsprechend den Empfehlungen zum Alterungsmanagement /34/ durchzuführen.

## **15 Beendigung der Zwischenlagerung**

Rechtzeitig vor Auslaufen der erteilten Aufbewahrungsgenehmigung für das Zwischenlager ist der Abtransport aller eingelagerten Behälter in die Wege zu leiten. Dazu sind alle für die Transportgenehmigung erforderlichen Unterlagen (z. B. Bauartzulassung, Dokumentation über wiederkehrende Prüfungen) bereit zu stellen und Maßnahmen, wie z. B. Prüfungen an den Behältern vor Abtransport, vorzubereiten.

Das Zwischenlager ist so zu konzipieren und auszuführen, dass es unter Einhaltung der Strahlenschutzbestimmungen stillgelegt und entweder einer weiteren Nutzung zugeführt oder beseitigt werden kann. Vor einer weiteren Nutzung oder einem Abriss des Lagergebäudes ist durch Messung nachzuweisen, dass das Gebäude nicht kontaminiert oder ausreichend dekontaminiert und frei von unzulässiger Aktivierung ist. Die bau- und abfallrechtlichen Anforderungen sind zu beachten.

## 16 Relevante Vorschriften, Richtlinien, Normen

Die folgenden Vorschriften, Richtlinien und technischen Regeln sind - unabhängig ob sie in den vorstehenden Leitlinien zitiert sind - für die trockene Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen und Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen von Bedeutung:

- /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., Nr. 41, S.1565), zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 6 G vom 24.02.2012 (BGBl. I, S 212)
- /2/ StrlSchV  
Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrSchV) vom 20. Juli 2001, BGBl. I Nr. 38 vom 26. Juli 2001, S.1714 ff., zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes zur Neuordnung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallrechts vom 24.02.2012, BGBl. I Nr. 10 vom 29.02.2012, S. 212
- /3/ Kugeler, K. und Schulten, R.: Hochtemperaturtechnik. Springer-Verlag, Heidelberg, 1989. ISBN: 3-54051535-6
- /4/ CSD-V : RSK-Stellungnahme vom 16.03.1988 (230. Sitzung) betr. COGEMA-Spezifikationen für verglaste Abfälle aus der Wiederaufarbeitung von abgebrannten LWR-Brennelementen aus deutschen Kernkraftwerken
- /5/ VEK: ESK-Stellungnahme vom 17.09.2008 (3. Sitzung) zur Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK), 2. Teilbetriebsgenehmigung
- /6/ CSD-C: RSK-Stellungnahme vom 08.09.2005 (386. Sitzung) betr. Spezifikation der Fa. Areva/Cogema zu hochdruckkompaktierten radioaktiven Abfällen (CSD-C) aus der Wiederaufarbeitung von deutschen LWR-Brennelementen
- /7/ CSD-B: ESK-Stellungnahme vom 09.12.2009 (15. Sitzung) betr. Spezifikation der Fa. Areva NC zu mittlradioaktiven Abfällen (CSD-B) aus der Wiederaufarbeitung von deutschen LWR-Brennelementen
- /8/ Verordnung über die Deckungsvorsorge nach dem Atomgesetz (Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung – AtDeckV) vom 25. Januar 1977 (BGBl. I. Nr. 8, S. 220), zuletzt geändert durch Art. 9 Abs. 12 des Gesetzes vom 23.11.2007 (BGBl. I. Nr. 59, S. 2631)

- /9/ Richtlinie über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufes und sonstigen kerntechnischen Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen zugangsberechtigter Personen vom 28. Januar 1991 (GMBI. 1991, Nr. 9, S. 228)
- /10/ Sicherung von Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente aus Leichtwasserreaktoren an Kernkraftwerksstandorten in Transport- und Lagerbehältern gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (Stand: 7. August 2000); BMU-Erlass vom 1. Dezember 2000 – RS I 3 – 14640 – 1/7 VS-NfD
- 11/ DIN 25403: Kritikalitätssicherheit bei der Verarbeitung und Handhabung von Kernbrennstoffen, Teil 1, Grundsätze. Ausgabe: 06/2007
- /12/ DIN 25478: Einsatz von Berechnungssystemen beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit; Beiblatt 1: Erläuterungen (erscheint 09/2012)
- /13/ DIN 25712: Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung des Brennstoffabbrands bei Transport und Lagerung bestrahlter Leichtwasserreaktor-Brennelemente in Behältern; 01.07.2007
- /14/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 07.12.2005 (GMBI. 23.03.2006, Nr. 14-17, S. 253/4)
- /15/ DIN 4102 mit den Teilen 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, Änderung A 1 11/2004)
- /16/ KTA 2206  
Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen  
Fassung 2009 - 11
- /17/ KTA-Regel 2207:  
Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser, Fassung 11/2004 (Stand: 11/2009)

- /18/ KTA 2201 Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen;  
Teil 1 Grundsätze, Fassung 11/2011  
Teil 2 Baugrund, Fassung 06/90; Regeländerungsentwurf (Gründruck) von 11/2011  
Teil 3 Auslegung der baulichen Anlagen (Entwurf), Fassung 06/90  
(Regelentwurfsvorschlag von 11/2011)  
Teil 4 Anforderungen an Verfahren zum Nachweis der Erdbebensicherheit für  
maschinen- und elektrotechnische Anlagenteile, Fassung 06/2000  
Teil 4: Anlagenteile, Regeländerungsentwurf (Gründruck) Fassung 11/2011
- /19a/ KTA-Regel 3902: Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Fassung 6/99  
(Stand: 11/2004), Regeländerungsentwurf Fassung 11/2010
- /19b/ KTA-Regel 3905: Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken. Fassung 6/1999,  
Regeländerungsentwurf Fassung 11/2011
- /19c/ KTA-Regel 3903: Prüfung und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken  
Fassung 6/99, Stand 11/2004 (Ein Regeländerungsentwurf liegt in der Fassung 11/2010 vor.)
- /20/ KTA 2101.2  
Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen,  
Fassung 12/00 (Stand: 11/2005)  
KTA 2101.1  
Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes,  
Fassung 12/00 (Stand: 11/2005)
- /21/ BMU  
Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer  
Wärmeentwicklung, die nicht an eine Landessammelstelle abgeliefert werden (Abfall-  
Richtlinie) vom 16. Januar 1989 (Bundesanzeiger 1989, Nr. 63a), letzte Ergänzung  
vom 14. Januar 1994 (Bundesanzeiger 1994, Nr. 19).  
Inhaltlich ersetzt durch die Richtlinie zur Kontrolle radioaktiver Reststoffe und  
radioaktiver Abfälle vom 18.11.2008 (BAnz. 2008, Nr. 197)
- /22/ 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) und  
in Abschn. 7 (BAnz. 1996, Nr. 158a) mit Berichtigung (BAnz 1996, Nr. 214)  
Stand: 12/98
- /23/ Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen  
Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ihrer Festigkeit und  
induzierter Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände (Stand: August 1976)  
BAnz. Nr. 179 vom 22. September 1976

- /24/ Rahmenempfehlung für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen  
Stand: 21.09.2008 (GMBI. Nr. 62/63 v. 19.12.2008)
- /25/ KTA-Regel 1401:  
Allgemeine Anforderung an die Qualitätssicherung, Fassung 11/86; Stand 06/2001
- /26/ KTA 1404  
Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken  
Fassung 06/2001
- /27/ Vermerk BAM III 3, BfS ET-S2, TÜV H-S/A vom 03. September 1997 i. d. F.  
vom 14. Januar 1998: „Maßnahmen zur Qualitätssicherung und -überwachung bei der  
Fertigung und Inbetriebnahme der verkehrsrechtlich zugelassenen Behälter zur  
Zwischenlagerung radioaktiver Stoffe“
- /28/ KTA 1201  
Anforderungen an das Betriebshandbuch; Fassung 11/2009
- /29/ KTA 1202  
Anforderungen an das Prüfhandbuch; Fassung 11/2009
- /30/ Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung  
von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten-  
und Meldeverordnung – AtSMV) vom 14.10.1992 (BGBl. I 1992, Nr. 48, S. 1766),  
zuletzt geändert durch Art. 1 der Verordnung vom 08.06.2010 (BGBl. I 2010, Nr. 31,  
S. 755)
- /31/ Western European Nuclear Regulator Agency (WENRA): Waste and Spent Fuel  
Storage Safety Reference Levels Report. – Version 2.1, February 2011
- /32/ International Atomic Energy Agency (IAEA): Preparedness and Response for a  
Nuclear or Radiological Emergency; Requirements. - Series No. GS-R-2, Vienna  
November 2002
- /33/ Empfehlungen für Leitlinien zur Durchführung von periodischen  
Sicherheitsüberprüfungen von Zwischenlagern für bestrahlte Brennelemente und  
Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle (PSÜ-ZL); ESK, 14. Sitzung am 04.11.2010
- /34/ ENTWURF/ Alterungsmanagement bei der trockenen Zwischenlagerung bestrahlter  
Brennelemente und Wärme entwickelnder Abfälle in Behältern (abgestimmt im ESK-  
Ausschuss AZ am 18.01.2012)

*Anhang zu den Kapiteln 13 und 14:*

*Inhalte eines anlageninternen Notfallplans, Inhalte der Sicherheitsdokumentation*

### **Inhalte des anlageninternen Notfallplans**

#### **Vorbereitung auf Notfälle**

- 1 Anforderung an das Training des Personals,
- 2 Liste der denkbaren Unfälle, einschließlich von Kombinationen aus nuklearen und nicht-nuklearen Gefahrenlagen; Falls relevant: Beschreibung von möglichen schweren Unfällen und ihren Konsequenzen,
- 3 Bedingungen und Kriterien, unter denen ein Notfall erklärt wird, sowie eine Beschreibung der angemessenen Mittel zur Alarmierung des zuständigen Personals und der Behörden,
- 4 ein Bestandsverzeichnis von bereitgehaltenen Notfallhilfsmitteln und den Standorten.

#### **Personal, organisatorische Zuständigkeiten und Vorkehrungen**

- 1 Benennung der Personen, die betriebsinterne Aktivitäten verantwortlich leiten und für Kontakte mit betriebsexternen Organisationen zuständig sind,
- 2 eine Liste der bevollmächtigten Personen mit Berufs- und Funktionsbezeichnung, die den Notfall erklären dürfen,
- 3 die Anordnungs- und Kommunikationsstruktur, einschließlich einer Beschreibung verwandter Anlagen und Abläufe, es sollten Möglichkeiten zur Unterrichtung aller Personen vorgesehen werden, die im Notfall über die Maßnahmen vor Ort zu unterrichten sind,
- 4 die von Personen und Organisationen vorzunehmenden Maßnahmen zur Durchführung des Notfallplans und
- 5 die Vorkehrungen für die Beendigung des Notfalls.

#### **Bewertung der Auswirkungen des Ereignisses**

- 6 Vorkehrungen zur Überwachung der radiologischen Bedingungen innerhalb und außerhalb des Standorts (Wasser, Vegetation, Boden, Luft) und
- 7 Bewertung des Zwischenlagerzustands.

### **Bewertung der Auswirkungen des Ereignisses**

- 8 Vorkehrungen zur Dosisminimierung für Personen und zur medizinischen Versorgung von Geschädigten und
- 9 Anlageninterne Maßnahmen zur Begrenzung von Freisetzungen und gegen die Ausbreitung radioaktiver Stoffe.

### **Inhalte der Sicherheitsdokumentation**

Die Sicherheitsdokumentation des Zwischenlagers soll folgende Angaben enthalten:

- eine Beschreibung der Standortcharakteristika, des Zwischenlagers und seiner Einrichtungen, der Auslegungsmerkmale und der Sicherheitsfunktionen sowie eine Liste der sicherheitsrelevanten Strukturen, Systeme und Komponenten des Zwischenlagers,
- eine Beschreibung der Handhabungs- und Lagerungsaktivitäten sowie der weiteren betrieblichen Vorgänge in dem Zwischenlager,
- eine Beschreibung des erwarteten Umfangs und der Eigenschaften der zu lagernden Behältern,
- Informationen über die erwartete Betriebsdauer des Zwischenlagers einschließlich der Begründungen,
- die Sicherheitsbewertung für den Normalbetrieb und für mögliche Störfälle bei unterstellten auslösenden Ereignissen sowie die Nachweise für die Einhaltung der Sicherheitskriterien und radiologischen Grenzwerte,
- eine Beschreibung des Managementsystems,
- eine Beschreibung der Vorkehrungen zur Minimierung der betrieblich erzeugten Abfälle,
- eine Beschreibung der Inbetriebnahme, Bewertung der dabei festgestellten Abweichungen einschließlich der Gründe für Abweichungen,
- Definition eines angemessenen Programms für den kontinuierlichen Nachweis, dass die Behälter langfristig den festgelegten Lagerungsbedingungen unter den entsprechenden Umgebungsbedingungen im Zwischenlager entsprechen,
- die betriebliche Dokumentation über
  - betriebliche Begrenzungen und die Bedingungen für den sicheren Betrieb des Zwischenlagers, seiner technischen Basis sowie der Lagerungsbedingungen für die Behälter,
  - Ablaufbeschreibungen und Betriebsanleitungen für sicherheitsrelevante Arbeitsvorgänge,

- Vorkehrungen für betriebliche Überprüfungen, Instandhaltung und Erprobung,
  - Programm zur Auswertung von Betriebserfahrungen,
  - Programm zum Alterungsmanagement und
  - Trainingsprogramm für Beschäftigte,
- eine vorläufige Beschreibung des Konzepts zur Außerbetriebnahme und zum Rückbau des Zwischenlagers.