



EMPFEHLUNG der Entsorgungskommission

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

INHALTSVERZEICHNIS

1	Allgemeines	3
1.1	Anwendungsbereich	3
1.2	Schutzziele	4
2	Einschluss radioaktiver Stoffe	5
2.1	Inventare	5
2.2	Behälter	6
3	Kritikalitätssicherheit	7
4	Wärmeabfuhr	9
4.1	Wärmeabfuhr aus den Behältern	9
4.2	Wärmeabfuhr aus dem Zwischenlager	9
5	Abschirmung ionisierender Strahlung	10
6	Strahlenschutz	11
6.1	Grundsätze	11
6.2	Strahlungsüberwachung im Zwischenlager	11
6.3	Strahlungsüberwachung in der Umgebung	12
6.4	Freigabe/Herausgabe von Stoffen	12
7	Bauliche Einrichtungen	13
8	Technische Einrichtungen	14
8.1	Hebezeuge und sonstige Transporteinrichtungen	14
8.2	Lüftung	15
8.3	Elektrotechnische Einrichtungen	15
8.4	Brandschutz und Brandschutzeinrichtungen	16

8.5	Behandlung von Abfällen und kontaminierten Wässern.....	16
8.6	Verladebereich und Behälterwartungsstation.....	17
9	Sicherheitsanalysen	17
9.1	Einwirkungen von innen	18
9.2	Einwirkungen von außen.....	19
10	Eigenständigkeit des Zwischenlagers	20
11	Qualitätssicherung	20
12	Betrieb des Zwischenlagers	21
12.1	Grundsätze für den Betrieb	21
12.2	Organisation und Managementsystem	21
12.3	Inbetriebnahme.....	23
12.4	Betriebshandbuch, Betriebsanweisungen und Technische Annahmebedingungen.....	23
12.5	Einlagerung, Eingangskontrolle	24
12.6	Lagerbelegung.....	24
12.7	Betriebsstörungen, anomale Betriebszustände.....	25
12.8	Auslagerungsbetrieb.....	26
12.9	Auswertung von Betriebserfahrungen.....	27
12.10	Instandhaltung und wiederkehrende Prüfungen.....	27
13	Dokumentation	28
13.1	Dokumentation des Zwischenlagers.....	28
13.2	Dokumentation des Betriebs	29
13.3	Dokumentation der eingelagerten Behälter.....	30
14	Notfallschutz.....	30
15	Periodische Sicherheitsüberprüfung	31
16	Beendigung der Zwischenlagerung	31
17	Literaturverzeichnis.....	32

Anhang 1 zu Kapitel 13

Inhalte der Sicherheitsdokumentation	36
--	----

Anhang 2 zu Kapitel 14

Inhalte des anlageninternen Notfallplans	37
--	----

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

In diesen Leitlinien werden die wesentlichen sicherheitsrelevanten Anforderungen für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle¹ in Behältern definiert und erläutert. Sie dienen Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden sowie Betreibern und Sachverständigen im Sinne eines technischen Regelwerks als gemeinsame Handlungsgrundlage.

Für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in Zwischenlagern nach § 6 des Atomgesetzes [1] ist das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) die zuständige Genehmigungsbehörde. Ein Aspekt des Genehmigungsverfahrens ist die Prüfung, ob die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist.

Die atomrechtliche Aufsicht über die Zwischenlager liegt bei der jeweils zuständigen Landesbehörde. Die Aufsichtsbehörden der Bundesländer überwachen den rechts- und genehmigungskonformen Betrieb der Zwischenlager.

Die Leitlinien gelten für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in dicht verschlossenen metallischen Behältern.

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 [2] 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 und
- Kokillen mit verglasten Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung von bestrahlten Brennelementen.

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 zeitlich befristete Aufbewahrung der o. g. Inventare mit dem Ziel einer nachfolgenden Endlagerung und berücksichtigen dabei die Vorgaben des Atomgesetzes [1]. Weil über das

¹ Hierunter sind gemäß dem *Verzeichnis radioaktiver Abfälle* radioaktive Abfälle aus der Wiederaufarbeitung zu verstehen.

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. Hierbei können die bisher für einen genehmigten Aufbewahrungszeitraum von 40 Jahren vorliegenden Erkenntnisse berücksichtigt werden. Für darüber hinausgehende Zeiträume sind ggf. zusätzliche Nachweise (z. B. zum Langzeitverhalten von Werkstoffen und Komponenten der Behälter und Inventare unter den lagerspezifischen Beanspruchungsbedingungen) zu erbringen.

1.2 Schutzziele

Bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder Abfälle gilt es,

- 1 jede unnötige Exposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden (§ 8 Abs. 1 StrlSchG [3]) und
- 2 jede Exposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt unter Beachtung des Stands von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten (§ 8 Abs. 2 StrlSchG [3]).

Bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen auslegungsbestimmende Störfälle sind die Anforderungen von § 104 bzw. von § 104 in Verbindung mit § 194 StrlSchV [4] zugrunde 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 Exposition, Begrenzung und Kontrolle der Exposition 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 Betriebs,
- sichere Handhabung, sicherer innerbetrieblicher Transport und sichere Lagerung 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, auf den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter 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 und
- bei verglasten Spaltproduktlösungen aus der Wiederaufarbeitung 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. Kapitel 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 Brennelementgeometrien 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 Exposition. Zu diesem Zweck sind dickwandige metallische Behälter entweder aus monolithisch gegossenem duktilem Gusseisen oder aus Schmiedestahl zu verwenden, die mit einem überwachten Doppeldeckeldichtsystem dicht verschlossen sind. Der sichere Einschluss radioaktiver Stoffe ist auch bei Störfällen und auslegungsüberschreitenden Ereignissen ggf. mit erhöhter Leckagerate des Behälters sicherzustellen.

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·m³/s und für die gesamte Deckelbarriere von $\leq 10^{-8}$ Pa·m³/s nachzuweisen. Hierbei handelt es sich um ein systemspezifisches Qualitätskriterium im Hinblick auf die langfristige Funktionssicherheit und nicht um eine radiologisch begründete Dichtheitsanforderung.

Das Doppeldeckel-Dichtsystem ist ständig auf seine 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 genehmigten und in den Betriebsunterlagen festgelegten Reparaturkonzept zu verfahren. Dieses muss sicherstellen, dass die Anforderungen des Zwei-Barrieren-Konzepts mit der vorgegebenen 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 (z. B. Dichtung) auszutauschen oder zu reparieren. Für den Reparaturfall am Primärdeckel kann der Behälter

in eine geeignete kerntechnische Anlage verbracht werden, wo die betroffene Komponente (z. B. Dichtung) ausgetauscht oder repariert werden kann. Diese kerntechnische Anlage kann an das Zwischenlager angrenzen oder es kann ein Transport dorthin über öffentliche Verkehrswege auf Grundlage einer Transportgenehmigung erfolgen. Für Letzteres ist ggf. die verkehrsrechtliche Qualifizierung der Sekundärdeckelbarriere im Rahmen der Behälterbauartzulassung erforderlich. Alternativ ist ein zusätzlicher mittels Schweißnaht anstelle der Metaldichtung gedichteter Deckel vorzusehen (sog. Fügedeckel oder Reparaturdeckel), der über der intakten Sekundärdeckelbarriere angebracht wird und so das Zwei-Barrieren-Konzept im Zwischenlager wiederherstellt. 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 Transports zu erfüllen. Durch die während des Zwischenlagerbetriebs 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 in Übereinstimmung mit den festgelegten Maßnahmen zum Alterungsmanagement nach BAM-GGR 023 [5] 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 Reparaturkonzepts mit zusätzlichem aufgeschweißtem Füge- bzw. Reparatur-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-Brennelementen 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 Störereignisse und die Nachweisführung der Kritikalitätssicherheit beziehen, einzuhalten [6].

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_{eff} den Wert von 0,95 nicht überschreiten, wobei Rechenunsicherheiten und Fertigungstoleranzen gemäß der DIN 25403, Teil 1 [6], DIN 25478 [7] und DIN 25712 [8] bereits in dem Ergebnis berücksichtigt sein müssen.

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 Abbrands der Brennelemente und der damit verbundenen Reduzierung des Spaltstoffgehalts 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 auslegungüberschreitenden Ereignissen nachzuweisen, z. B. 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 Brennelementkorbs.

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 [8] 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-Brennelementen die Brennstabtemperaturen so niedrig liegen, dass ein systematisches Versagen der Hüllrohre der Brennstäbe ausgeschlossen ist.

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 Kapitel 12.6) 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 exponierte Personen sind. Dieser Wert ist beim Nachweis der erforderlichen Abschirmung als Summe der Exposition aus der Direkt- und Streustrahlung des Zwischenlagers und unter Einbeziehung von Beiträgen zur Exposition aus Ableitungen, Direkt- und Streustrahlung aller am Standort beitragenden kerntechnischen Anlagen sowie aus früheren Tätigkeiten einzuhalten. Die für die Bestimmung der Exposition 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 Exposition 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 Exposition 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 vorhandene und 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 Reduzierung der Exposition 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 Kapitel 12.6).

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 § 8 StrlSchG [3] ist jede unnötige Exposition oder Kontamination von Mensch und Umwelt zu vermeiden. Dabei ist jede Exposition 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 die beladenen Transport- und Lagerbehälter so zu lagern, dass auch die Handhabungs- und Überwachungsmaßnahmen mit Personaleinsatz im Lagerbereich so gering wie möglich gehalten werden können.

Entsprechend § 45 StrlSchV [4] hat der Strahlenschutzverantwortliche für das Zwischenlager dafür zu sorgen, dass eine Strahlenschutzanweisung erlassen wird. In dieser sind die im Betrieb zu beachtenden Schutzmaßnahmen aufzuführen. Zu diesen Maßnahmen können insbesondere die Aufstellung eines Organisationsplans für den Strahlenschutz, Regelungen des für den Strahlenschutz wesentlichen Betriebsablaufs, die für die Ermittlung der Körperdosis vorgesehenen Messungen sowie Regelungen zur Vermeidung, Untersuchung und Meldung von Vorkommnissen gehören.

Die Planung und Durchführung von Wartungs-, Kontroll- und Instandsetzungsarbeiten sind unter Strahlenschutz Gesichtspunkten in einem Verfahren zur Arbeitsfreigabe zu regeln. Die erforderlichen Arbeitsmittel und Einrichtungen müssen vorhanden oder in angemessener Zeit beschaffbar sein. Die in dem Zwischenlager tätig werdenden Personen müssen entsprechend den Vorgaben nach § 63 StrlSchV [4] regelmäßig unterwiesen werden.

Das Zwischenlager ist entsprechend den Strahlenschutzbedingungen in Strahlenschutzbereiche einzuteilen und zu kennzeichnen. Dabei sind Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereiche entsprechend § 52 StrlSchV [4] 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.

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 von Personen, die sich in einem Strahlenschutzbereich aufhalten, ist für Gamma- und Neutronenstrahlung mit geeigneten amtlichen Dosimetern, z. B. mit Albedo-Dosimetern, zu ermitteln und zu dokumentieren. Bei Tätigkeiten in den Zwischenlagern sind neben den amtlichen Dosimetern jederzeit ablesbare Dosimeter einzusetzen. Bei der Einrichtung von Arbeitsplätzen ist der Schutz des Personals vor äußerer und innerer Exposition vorrangig durch bauliche und technische oder durch geeignete Arbeitsverfahren sicherzustellen (§ 75 StrlSchV [4]). Zur weiteren Optimierung des Strahlenschutzes hat der Strahlenschutzverantwortliche darüber hinaus innerhalb von sechs Monaten nach Aufnahme einer Tätigkeit dafür zu sorgen, dass geprüft und dokumentiert wird, ob die Festlegung von Dosisrichtwerten (§ 72 StrlSchV) für beruflich exponierte Personen ein dafür geeignetes Instrument ist.

Die eingesetzten und vorgehaltenen Strahlungsmessgeräte müssen entsprechend § 90 StrlSchV [4] den Anforderungen des Messzwecks 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 § 80 StrlSchG [3] zu messen. Einzelheiten regelt die REI [9].

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

6.4 Freigabe/Herausgabe von Stoffen

Im Zwischenlager anfallende Stoffe, die nicht in den Geltungsbereich des § 58 Abs. 2 StrlSchV [4] („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 § 31 bis 42 StrlSchV [4]. Die Verfahren zur Herausgabe und zur Freigabe sind im betrieblichen Regelwerk festzuschreiben.

7 Bauliche Einrichtungen

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

- 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. Kapitel 4.1).
- Die Temperaturbeanspruchung und Alterungsbeständigkeit der Baustrukturen infolge der von den Behältern abgegebenen Wärme, sind bei der Bauwerksauslegung zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 4.1 und 16).
- 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.
- Der Boden des Lagergebäudes muss für das Befahren mit Transportfahrzeugen und für die Behälterlasten entsprechend der vorgesehenen Belegung ausgelegt sein. Dabei sind auch Teilbelegungszustände zu berücksichtigen (siehe auch Kapitel 12.6).
- 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 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 Lagergebäude verwendeten Baustoffe müssen grundsätzlich *nicht brennbar* (Baustoffklasse A nach DIN 4102, Teil 1 [10]) sein. Falls für bestimmte Verwendungszwecke (z. B. Dekontaminationsbeschichtungen) *nicht brennbare* Baustoffe nicht verfügbar sind, kann auf *schwer entflammbare* Baustoffe (Baustoffklasse B1 nach DIN 4102, Teil 2 [10]) zurückgegriffen werden (Kapitel 8.4).
- Für den Brandfall muss für die geforderte Feuerwiderstandsdauer eine ausreichende Tragsicherheit der tragenden, aussteifenden und raumabschließenden Bauteile nach DIN 4102, Teil 2 bis 4 [10] vorhanden sein.
- Das Bauwerk ist mit Erdungs- und Blitzschutzanlagen in sinngemäßer Anwendung der KTA 2206 [11] zu versehen.
- Die Zwischenlager sind in sinngemäßer Anwendung der KTA 2207 [12] gegen Hochwasser zu schützen.
- Zur Festlegung der Art der Erdbebenauslegung des Lagergebäudes ist anlagenspezifisch zu untersuchen, ob durch postulierte Schäden infolge eines Erdbebens – z. B. Einsturz des Lagergebäudes, Absturz schwerer Lasten, Herabfallen bzw. Umstürzen von Behältern oder Brand – die Exposition durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in der Umgebung zu einer Überschreitung der Planungswerte des § 104 StrlSchV [4] führen kann. Ist dies der Fall, sind die Anlagenteile des Lagergebäudes in sinngemäßer Anwendung nach KTA-Regel 2201, Teil 1 [13] gegen Erdbeben auszulegen.

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 [14]. Auf eine Auslegung nach erhöhten Anforderungen kann verzichtet werden, wenn nachgewiesen wird, dass bei Handhabungsstörfällen, z. B. einem Absturz eines Behälters, die Störfallplanungswerte des § 104 bzw. des § 104 in Verbindung mit § 194 StrlSchV [4] 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.

Sofern das Lagergebäude gegen Erdbeben auszulegen ist (vergl. Kap. 7), ist für den Lastfall Erdbeben die Standsicherheit des Behälterhallenkranes ohne Last gemäß KTA 3902 [14] 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 weitgehend 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, sind entweder eine Absauganlage oder geeignete Gerätschaften zum Auffangen der Emissionen 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 Zwischenlager ist ein Brandschutzkonzept in sinngemäßer Anwendung der KTA 2101.1 [15] zu erstellen, in dem die Einzelmaßnahmen des vorbeugenden baulichen sowie anlagentechnischen Brandschutzes, des organisatorischen (betrieblichen) Brandschutzes sowie der abwehrende Brandschutz dargestellt sind.

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 einzugrenzen, dass mindestens eine Dichtbarriere soweit funktionsfähig bleibt, dass die Dosisgrenzwerte nach § 104 bzw. nach § 104 i. V. m. § 194 StrlSchV [4] 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 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 Feuerlöscheinrichtungen 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 und ggf. Zusammensetzung überprüft werden. In Abhängigkeit von dem Messergebnis können diese Wässer freigegeben oder an Inhaber anderer Genehmigungen abgegeben werden.

Für die Beseitigung radioaktiver Abfälle ist bei der Sammlung, Kennzeichnung, Verarbeitung und Dokumentation die Atomrechtliche Entsorgungsverordnung (AtEV) [16] 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 Sicherheitsanalysen

Den Sicherheitsanalysen ist ein Spektrum von Ereignissen zugrunde zu legen, das alle potenziell vorkommenden Ereignisse abdeckt. Für alle in Kapitel 9.1 und 9.2 aufgeführten Ereignisse sind die Auswirkungen auf Systeme, sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen und Maßnahmen, Gebäude usw., zu untersuchen sowie die Quellterme für radiologisch relevante Ereignisse zu ermitteln und die daraus resultierenden radiologischen Auswirkungen zu bestimmen, es sei denn, dass gezeigt werden kann, dass die entsprechende Ereignisart ausgeschlossen ist. Außerdem ist zu überprüfen, ob weitere Ereignisse möglich sind, die nicht durch die in Kapitel 9.1 und 9.2 aufgeführten Ereignisse abgedeckt sind. Falls dies der Fall sein sollte, müssen solche identifizierten Ereignisse ebenfalls betrachtet werden.

In den Sicherheitsanalysen sind die anlagentechnischen Gegebenheiten und die Abläufe systematisch zu analysieren und Erfahrungen aus vergleichbaren Anlagen und Vorhaben einzubeziehen. Menschliches Fehlverhalten ist bei der Analyse möglicher Ursachen für Störungen und Störfälle zu berücksichtigen.

Sofern von Schutzmaßnahmen, d. h. der Funktion sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen oder administrativer Maßnahmen, Kredit genommen wird, ist sicherzustellen, dass die hierbei angenommenen Funktionen in der unterstellten Wirksamkeit und Zuverlässigkeit verfügbar sind.

Für die dem bestimmungsgemäßen Betrieb zugeordneten Betriebsstörungen ist im Rahmen einer Ereignisanalyse nachzuweisen, dass die Grenzwerte des § 80 StrlSchG [3] und § 99 StrlSchV [4] eingehalten werden.

Ist ein bestimmtes Ereignis als Auslegungsstörfall einzustufen, so ist im Rahmen einer Störfallanalyse die Einhaltung der Planungswerte nach § 104 bzw. § 104 StrlSchV in Verbindung mit § 194 StrlSchV [4] nachzuweisen.

Soweit Ereignisse den auslegungsüberschreitenden Ereignissen zuzuordnen sind, ist eine hinreichende Reduzierung der Schadensauswirkung gegeben, wenn die unter realistischen Randbedingungen ermittelten

radiologischen Auswirkungen einschneidende Maßnahmen des Katastrophenschutzes [17] nicht erforderlich machen.

9.1 Einwirkungen von innen

Für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle sind 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.
- Keine Absturzszenarien sind zu betrachten sofern
 - die Hebezeuge des Zwischenlagers (Krananlage und Lastaufnahmeeinrichtungen) nach erhöhten Anforderungen der KTA 3902 [14] und die Lastanschlagpunkte der Behälter nach erhöhten Anforderungen der KTA 3905 [18] ausgelegt sind, die kontinuierliche Einhaltung dieser Anforderungen über die Aufbewahrungsdauer sichergestellt (z. B. für Hebezeuge mittels wiederkehrender Prüfungen entsprechend KTA 3903 [19]) ist, und
 - genutzte Transport- und Wendegestelle so ausgelegt sind, dass ein Versagen nicht zu unterstellen ist.
- 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 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 nach Stand von Wissenschaft und Technik 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. Brennbare Betriebsabfälle und vorübergehend vorhandene potenzielle Brandquellen sind in den Sicherheitsanalysen zu berücksichtigen.

9.2 Einwirkungen von außen

Für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder Abfälle sind in der Regel folgende Einwirkungen von außen in die Analyse der potenziellen Auswirkungen einzubeziehen, wobei die Lastannahmen für die Standortgegebenheiten abdeckend festzulegen sind:

- Naturbedingte Einwirkungen von außen, z. B. Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben.
- Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen, wie z. B. durch anlagenexterne Explosion, anlagenexternen Brand, zufälligen Flugzeugabsturz.
- Zufälliger Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle sind in der Regel auslegungsüberschreitende Ereignisse. Hierzu sind ausgehend von den Lastannahmen aus den RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren für Flugzeugabsturz [20] und der BMI-Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen [21] bzw. aus standortspezifischen Ermittlungen und von den eingelagerten Radionuklid-inventaren 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. Die Reduzierung der Schadensauswirkungen bei Flugzeugabsturz und Druckwellen kann entweder allein durch die Behälter oder durch die Kombination mit dem Lagergebäude erreicht werden.
- Mögliche Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen (z. B. Umstürzen des Kamins oder anderer baulicher Einrichtungen, Turbinenversagen, Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt) sind erforderlichenfalls zusätzlich zu berücksichtigen.

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 (vgl. Kap. 2.2) zu überprüfen und ggf. 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 [22] zu erfolgen. Für die Dokumentation gelten die Grundsätze der KTA 1404 [23].

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 Vermerks [24] in Verbindung mit der zugehörigen Auslegungshilfe [25]. 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

Der Betrieb des Zwischenlagers hat 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 Normalbetriebszustands der Anlage (Inbetriebnahme),
- der Betrieb und Betriebsstörungen,
- die Beherrschung von Störfällen.

Zur sicheren Durchführung des Betriebs ist dieser geeignet zu strukturieren. Dazu sind folgende Anforderungen einzuhalten:

- alle Betriebsvorgänge sind klar darzulegen und die dafür erforderliche Qualifikation des Betriebspersonals ist festzulegen,
- alle Einrichtungen, die zur sicheren Durchführung des Betriebs erforderlich sind, sind anzugeben,
- die Ergebnisse des Betriebs sind systematisch auszuwerten und zur kontinuierlichen Verbesserung der Betriebsabläufe zu verwenden.

Insbesondere sind die erforderlichen personellen, organisatorischen und die Sicherheit betreffenden administrativen Voraussetzungen zu schaffen und nachzuweisen. Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten sind klar festzulegen.

12.2 Organisation und Managementsystem

Die Organisationsstruktur des Zwischenlagerbetreibers muss klar definierte Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten, Befugnisse und Kommunikationswege ausweisen. Der Zwischenlagerbetreiber 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 der Betreiber externer Hilfe bedient, muss er stets eigenständig in der Lage sein, die Ressourcen und Qualifikation des Auftragnehmers für die fachgerechte Ausführung der Tätigkeiten sowie die Qualität des Ergebnisses zu bewerten.

Der Zwischenlagerbetreiber 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 aus den Bereichen der Arbeitssicherheit, des Umweltschutzes, der Anlagensicherung, der Qualitätssicherung, des Alterungsmanagements und die Wirtschaftlichkeit nicht getrennt von den Sicherheitsanforderungen erwogen werden, um dadurch mögliche ungünstige Auswirkungen auf die Sicherheit zu vermeiden (integriertes Managementsystem).

Das Managementsystem ist für den gesamten erforderlichen Zeitraum (Planung, Errichtung, Betrieb, Stilllegung und Abbau 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 müssen geplant, umgesetzt, regelmäßig geprüft und kontinuierlich verbessert werden (PDCA-Zyklus). 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. Dabei ist die entsprechende Fachkunderichtlinie [26] zu berücksichtigen.

Die Dokumentation des Managementsystems soll mindestens Folgendes beinhalten:

- die Sicherheitsphilosophie 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. Dabei sind nicht nur die

Betriebserfahrungen des eigenen Zwischenlagers zu berücksichtigen, sondern auch solche aus anderen vergleichbaren Zwischenlagern.

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 wie genehmigt 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 Betriebshandbuch, Betriebsanweisungen und Technische Annahmebedingungen

Es sind Unterlagen anzulegen, die alle Betriebsvorgänge sowie die bei Störungen und Störfällen zu ergreifenden Maßnahmen in Betriebsanweisungen beschreiben. Für diese Unterlagen wird im folgenden Text der Begriff Betriebshandbuch verwendet. Das Betriebshandbuch hat alle betriebstechnischen und sicherheitstechnischen Anweisungen, Grenzwerte und Bedingungen zu enthalten, die für den Betrieb des Zwischenlagers, den Umgang mit Störungen und die Beherrschung von Störfällen erforderlich sind. Ebenso zum Betriebshandbuch gehören die für das Zwischenlager geltenden Betriebsordnungen. Hierunter fallen beispielsweise die personelle Betriebsorganisation, die Instandhaltungsordnung, die Strahlenschutzordnung, die Wach- und Zugangsordnung, die Alarmordnung, die Brandschutzordnung und die Erste-Hilfe-Ordnung. Insbesondere sind im Betriebshandbuch alle die Sicherheit berührenden Aspekte zu behandeln. Damit soll sichergestellt werden, dass das Personal bei Betriebsvorgängen bzw. im Bedarfsfall bei Störungen und Störfällen zügig und handlungssicher die erforderlichen Maßnahmen einleiten und durchführen kann. Außerdem ist die Vorgehensweise bei der Änderung oder Ergänzung von Anlagenteilen und Verfahren festzulegen.

Für die Gliederung und den Aufbau des Betriebshandbuchs sowie im Hinblick auf allgemeine Anforderungen an die Gestaltung des Betriebshandbuchs, insbesondere die Beachtung des Stands der Technik und der Ergonomie sowie der Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit der Beschreibungen, kann die KTA 1201 [27] zur Orientierung herangezogen werden. Der Betrieb des Zwischenlagers sollte nach den Betriebszuständen Einlagerungsbetrieb, Zwischenlagerung und Auslagerungsbetrieb geordnet sein.

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.

12.5 Einlagerung, Eingangskontrolle

Es dürfen nur Behälter angenommen werden, deren Beladung entsprechend den Technischen Annahmebedingungen des jeweiligen Zwischenlagers durchgeführt wurde. Eingehende Behälter sind auf ihre Oberflächenkontamination zu prüfen. 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 das weitere Vorgehen mit der zuständigen Aufsichtsbehörde abzustimmen.

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-Zustands dienen, sind nach einem von der zuständigen Behörde freigegebenen Schrittfolgeplan durchzuführen.

Mit der Einlagerung ist dem Betreiber des Zwischenlagers die vollständige Behälterdokumentation entsprechend Kapitel 13.3 zu übergeben.

12.6 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 Leitlinien genannten Inventare mit zugehörigem Equipment für Handhabung und Transport der Behälter sowie mit Komponenten aus dem Betrieb und der Stilllegung einer kerntechnischen Anlage oder Einrichtung und/oder mit radioaktiven Abfällen 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 Abfallbinde 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.

12.7 Betriebsstörungen, anomale Betriebszustände

Der Betrieb des Zwischenlagers ist dahingehend zu überwachen, dass sicherheitstechnisch bedeutsame Störungen des Betriebs und Störfälle zuverlässig erkannt und die im Betriebshandbuch niedergelegten Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. Störungsmeldungen sind zentral zu erfassen und zu dokumentieren.

Sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse sind entsprechend Anlage 5 der AtSMV [28] und den Erläuterungen [29] zu melden. Aus der Auswertung solcher Ereignisse resultierende Konsequenzen sind zu bewerten und ggf. entsprechend in den betrieblichen Regelungen zu berücksichtigen.

Hierzu zählen Funktionsstörungen, Schäden oder Ausfälle in sicherheitstechnisch wichtigen Systemen oder Einrichtungen wie

- Stromversorgung,
- Komponenten der Hebezeuge und Transportmittel,
- Dichtungen des Doppeldeckel-Dichtsystems,
- Behälterüberwachungssystem einschließlich Druckschalter (vgl. Kapitel 2.2),
- Überwachungseinrichtungen (z. B. Brandmeldeanlage, Strahlenschutzüberwachung und sonstige leittechnische Einrichtungen),
- Lüftungsanlagen bzw. aktiven Komponenten zur Unterstützung der Wärmeabfuhr (z. B. in der Behälterwartungsstation), und

- Bauwerke, in denen sicherheitstechnisch wichtige Systeme installiert sind.

Für die anomalen Betriebszustände ist die Einhaltung der Grenzwerte des § 80 StrlSchG [3] und § 99 StrlSchV [4] nachzuweisen.

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

Aufgrund des passiven Sicherheitskonzepts bei der trockenen Zwischenlagerung von Brennelementen und Wärme entwickelnden radioaktiven Abfällen entsprechend dieser Leitlinien 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 Aufbewahrungskonzepts 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 Werktagen 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 (vgl. Kap. 2.2) ist unverzüglich zu beginnen.

12.8 Auslagerung

Sollen Behälter ausgelagert werden, sind bei einem beabsichtigten Transport über öffentliche Wege die notwendigen Nachweise der Einhaltung der Bestimmungen der relevanten gefahrgutrechtlichen Anforderungen zu erbringen. Bei der Auslagerung sind Ausgangskontrollen durchzuführen. 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 gefahrgutrechtlichen Anforderungen ermöglicht.

12.9 Auswertung von Betriebserfahrungen

Sicherheitsrelevante Erkenntnisse aus Inbetriebnahme und bestimmungsgemäßem Betrieb (insbesondere aus Instandhaltungen und Inspektionen) sowie aus der Auswertung von Ereignissen sind zu dokumentieren. Art und Umfang dieser Dokumentation sind festzulegen. Aus diesen Auswertungen resultierenden 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.

12.10 Instandhaltung und wiederkehrende Prüfungen

Alle technischen 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 Prüf- und Instandhaltungsarbeiten vorhanden ist, wobei aus Strahlenschutzgründen eventuell notwendige zusätzliche Abschirmungen vorgehalten werden müssen.

Für die Vorbereitung und Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind Regelungen im Betriebshandbuch vorzusehen.

Für sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen des Lagers sind wiederkehrende Prüfungen durchzuführen. Ebenso sind wiederkehrende Prüfungen der sicherheitsrelevanten Eigenschaften des Lagergebäudes durchzuführen.

Die Häufigkeit der wiederkehrenden Prüfungen ist nach der sicherheitstechnischen Bedeutung der zu prüfenden Komponenten unter Berücksichtigung der fachspezifischen Regelungen festzulegen. Die wiederkehrenden Prüfungen sind in einem Prüfhandbuch festzulegen. Die Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen müssen dokumentiert werden und müssen für die Langzeitüberwachung zur Verfügung stehen. Die Prüfergebnisse aus Instandhaltungen und wiederkehrenden Prüfungen sind bei der Periodischen Sicherheitsüberprüfung (Kapitel 15) zu berücksichtigen und übergreifend auszuwerten.

13 Dokumentation

13.1 Dokumentation des Zwischenlagers

Die Dokumentation eines Zwischenlagers hat in einem systematisch gegliederten Dokumentationssystem zu erfolgen. Bezüglich der Gliederung kann die KTA-Regel 1404 [23] herangezogen werden.

Die Dokumentation umfasst mindestens folgende Dokumente:

- Genehmigungen und Änderungsgenehmigungen,
- Antragsunterlagen soweit sie in das Genehmigungsverfahren Eingang gefunden haben, geführte Einzelnachweise (z. B. zur Sicherheit der Behälter, zum Brandschutz, Einwirkungen von innen und außen), Sicherheitsgutachten,
- Nachweise über Auslegung, Fertigung, Errichtung, Inbetriebsetzung, Betrieb und Instandhaltung sicherheitstechnisch relevanter Anlagenteile, z. B. Pläne, Zeichnungen, Hersteller- und Prüfzertifikate,
- Änderungen aus Aufsichtsverfahren,
- Betriebshandbuch, Technische Annahmebedingungen, Prüfhandbuch einschließlich Prüfberichten für sicherheitstechnisch relevante Komponenten, Strahlenschutzanweisung,
- Angaben zum Strahlenschutz und
- Betriebsberichte (siehe Kapitel 13.2).

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.

Teile der Dokumentation des Zwischenlagers bilden die Sicherheitsdokumentation. Diese umfasst alle Angaben und Nachweise, die für den sicheren Betrieb der Einrichtungen und das Schutzniveau relevant sind. 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 und die Beendigung der Zwischenlagerung. Sie dient ferner als Referenz für die sicherheitstechnische Beurteilung von Änderungen des Zwischenlagers und für Änderungen in der betrieblichen Praxis. Sie enthält eine Beschreibung über alle Sicherheitsaspekte des Zwischenlagers und über alle sicherheitsrelevanten Aspekte des Standorts, des Baus des Zwischenlagers, der Errichtung, des Betriebs, der Vorkehrungen für die Außerbetriebnahme und den Abbau 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 der Periodischen Sicherheitsüberprüfung (Kapitel 15) und
- die Ergebnisse der Auswertung von Ereignissen

entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung zeitnah Eingang in die Dokumentation finden.

13.2 Dokumentation des Betriebs

Die Dokumentation des Betriebs umfasst alle Unterlagen, die im laufenden Betrieb entstehen. Dazu zählen:

- Aufzeichnungen von Betriebsparametern,
- Aufzeichnungen zu wesentlichen betrieblichen Vorgängen und zu Vorkommnissen,
- Protokolle von Messeinrichtungen,
- Ergebnisse der Strahlenschutzüberwachung und
- Ergebnisse der wiederkehrenden Prüfungen sowie anderer Überprüfungen.

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 der radioaktiven Stoffe,
- die aktuelle Lagerbelegung,
- die Ergebnisse der festgelegten wiederkehrenden Prüfungen,
- die sonstigen wesentlichen betrieblichen Vorgänge und Vorkommnisse,
- die Ergebnisse der Messungen der Personendosis von Personen, die im Zwischenlager tätig waren,
- die Ergebnisse der radiologischen Messprogramme für Anlage und Umgebung und
- Rückschlüsse und Maßnahmen aus internen und externen Vorkommnissen.

Die Berichte sollen insgesamt Aufschluss darüber geben, dass die Anforderungen an den bestimmungsgemäßen Betrieb erfüllt werden.

13.3 Dokumentation der eingelagerten Behälter

Die Dokumentation der eingelagerten Behälter enthält:

- die Herstellungsdocumentation des Behälters,
- die Beladedokumentation des Behälters,
- das Betriebsbuch/Behälterprüfbuch oder sonstige Unterlagen über die Einsatzzeit des Behälters, die nachvollziehbar alle Transportvorgänge, wiederkehrenden Prüfungen, Reparaturen etc. beschreiben,
- die Angaben entsprechend Anlage D der AtEV [16] für die jeweiligen Inhalte der Behälter.

14 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 2 zu diesem Kapitel aufgelisteten Angaben enthalten sein [30, 31]. Die dafür erforderlichen betriebsinternen Organisationsstrukturen sind zu schaffen und kontinuierlich aufrechtzuerhalten. Die internen Verantwortlichkeiten und die zuständigen Personen für den Kontakt mit den für Notfälle zuständigen externen Organisationen sind zu benennen. Verantwortliche Personen müssen über die gesamte Dauer eines Notfalls verfügbar sein. 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 [30]. Die zuständige Aufsichtsbehörde ist von den Übungen in Kenntnis zu setzen, sodass sie ggf. daran teilnehmen kann. 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 §§ 54, 106, 107, 152 StrlSchV [4]). Für das Zwischenlager ist basierend auf den Freisetzungsmöglichkeiten für radioaktive Stoffe aus dem Lager ein Notfallplan unter Einbeziehung der erforderlichen externen Notfallschutzmaßnahmen erforderlich. Die dazu erforderlichen Informationen sind gemäß § 106 StrlSchV der zuständigen Behörde zur Verfügung zu stellen.

15 Periodische Sicherheitsüberprüfung

Der Zwischenlagerbetreiber muss gemäß § 19a AtG [1] regelmäßig alle zehn Jahre eine Sicherheitsüberprüfung für das Zwischenlager durchführen. Das Überwachungskonzept muss die Überwachung des Gesamtzustands des Zwischenlagers gewährleisten. Einzelheiten sind in den ESK-Leitlinien zur Durchführung von Periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle [32] geregelt.

Zur Beherrschung der Langzeit- und Alterungseffekte während der beantragten Nutzungsdauer des Zwischenlagers sind ein Alterungsmanagementkonzept vorzulegen und Maßnahmen entsprechend den Empfehlungen in [32] durchzuführen.

16 Beendigung der Zwischenlagerung

Rechtzeitig vor Auslaufen der erteilten Aufbewahrungsgenehmigung für das Zwischenlager ist der weitere Verbleib der eingelagerten Behälter zu klären und ggf. deren Abtransport in die Wege zu leiten. Für den Abtransport sind alle für die Transportgenehmigung erforderlichen Unterlagen 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 aus der atomrechtlichen Überwachung entlassen werden und entweder einer weiteren Nutzung zugeführt oder abgerissen 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. Dazu ist zu zeigen, dass die entsprechenden Anforderungen zur Freigabe gemäß Strahlenschutzverordnung [4] eingehalten sind.

Die bau- und abfallrechtlichen Anforderungen sind zu beachten.

17 Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) vom 23. Dezember 1959, Atomgesetz in der Fassung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S.1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2153) geändert worden ist

- [2] Kugeler, K. und Schulten, R.: Hochtemperaturtechnik. Springer-Verlag, Heidelberg, 1989. ISBN: 3-54051535-6

- [3] Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung Strahlenschutzgesetz vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15) geändert worden ist

- [4] Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645) geändert worden ist

- [5] BAM-Gefahrgutregeln (BAM-GGR)
BAM-GGR 023
Maßnahmen zum Alterungsmanagement von zulassungspflichtigen Versandstücken für die Beförderung radioaktiver Stoffe, Rev. 0, 20.06.2022

- [6] DIN 25403
Kritikalitätssicherheit bei der Verarbeitung und Handhabung von Kernbrennstoffen, Teil 1, Grundsätze, Fassung 12/2013

- [7] DIN 25478
Einsatz von Berechnungssystemen beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit; Beiblatt 1: Erläuterungen, Fassung 08/2021

- [8] DIN 25712
Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung des Brennstoffabbrands bei Transport und Lagerung bestrahlter Leichtwasserreaktor-Brennelemente in Behältern, Fassung 04/2015

- [9] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 07.12.2005 (GMBI. 23.03.2006, Nr. 14-17, S. 254)

- [10] 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 05/2016)

- [11] KTA 2206
Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen, Fassung 11/2019

- [12] KTA 2207
Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser, Fassung 11/2004

- [13] KTA 2201
Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen,
(Teil 1: Grundsätze, Fassung 11/2011; Teil 2: Baugrund, Fassung 11/2012;
Teil 3: Bauliche Anlagen, Fassung 11/2013; Teil 4: Anlagenteile, Fassung 11/2012)

- [14] KTA 3902
Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Fassung 12/2020

- [15] KTA 2101.1
Brandschutz in Kernkraftwerken
Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes

- [16] Verordnung über Anforderungen und Verfahren zur Entsorgung radioaktiver Abfälle
(Atomrechtliche Entsorgungsverordnung - AtEV) vom 29. November 2018
(BGBl. I S. 2034, 2172; 2021 I S. 5261)

- [17] Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen
(Notfall-Dosiswerte-Verordnung – NDWV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S.
2034, 2172)

- [18] KTA 3905
Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken, Fassung 12/2020

- [19] KTA 3903
Prüfung und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Fassung 12/2020
- [20] 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)
- [21] 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
- [22] KTA 1401
Allgemeine Anforderung an die Qualitätssicherung, Fassung 11/2017
- [23] KTA 1404
Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken, Fassung 11/2013
- [24] 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“
- [25] Auslegungshilfe zu dem Vermerk von BAM III.3, BfS ET-S2, TÜV H-S/A vom 03.09.1997 in der Fassung vom 14.01.1998: „Maßnahmen zur Qualitätssicherungsüberwachung bei der Fertigung und Inbetriebnahme verkehrsrechtlich zugelassener Behälter zur Zwischenlagerung radioaktiver Stoffe“ mit Stand 29.03.2019. Beschluss durch den Länderausschuss für Atomkernenergie – Fachausschuss Ver- und Entsorgung (FAVE) im Nachgang zur 77. Sitzung am 08./09, Mai 2019
- [26] Richtlinie für den Fachkundenachweis von verantwortlichen Personen in Anlagen zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen (Zwischenlager) vom 11.09.2019 - S I 6 - 13831-7/4 (GMBL. 2019, vom 24.09.2019 Nr. 33, S. 689)

- [27] KTA 1201
Anforderungen an das Betriebshandbuch, Fassung 11/2015

- [28] Verordnung über den kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten und über die Meldung von Störfällen und sonstigen Ereignissen (Atomrechtliche Sicherheitsbeauftragten- und Meldeverordnung - AtSMV)
Anlage 5 Meldekriterien für meldepflichtige Ereignisse bei Aufbewahrung nach § 6 des Atomgesetzes (BGBl. I 2010, 77 - 779)

- [29] Erläuterungen zu den Meldekriterien für meldepflichtige Ereignisse gemäß Anlage 5 der AtSMV (Stand 04/2013)

- [30] Western European Nuclear Regulator Agency (WENRA): Waste and Spent Fuel Storage Safety Reference Levels Report. – Version 2.2, April 2014

- [31] International Atomic Energy Agency (IAEA): Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency; Requirements. - Series No. GS-R-2, Vienna November 2002

- [32] ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle
Empfehlung der Entsorgungskommission vom 03.03.2022

Anhang 1 zu Kapitel 13.1: Inhalte der Sicherheitsdokumentation [30]

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 Beendigung der Zwischenlagerung.

Anhang 2 zu Kapitel 14: Inhalte des anlageninternen Notfallplans [30]

Vorbereitung auf Notfälle

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

Personal, organisatorische Zuständigkeiten und Vorkehrungen

- Benennung der Personen, die betriebsinterne Aktivitäten verantwortlich leiten und für Kontakte mit betriebsexternen Organisationen zuständig sind,
- eine Liste der bevollmächtigten Personen mit Berufs- und Funktionsbezeichnung, die den Notfall erklären dürfen,
- 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,
- die von Personen und Organisationen vorzunehmenden Maßnahmen zur Durchführung des Notfallplans und
- die Vorkehrungen für die Beendigung des Notfalls.

Bewertung der Auswirkungen des Ereignisses

- Vorkehrungen zur Überwachung der radiologischen Bedingungen innerhalb und außerhalb des Standorts (Wasser, Vegetation, Boden, Luft) und
- Bewertung des Zustands des Zwischenlagers,
- Vorkehrungen zur Dosisminimierung für Personen und zur medizinischen Versorgung von Geschädigten und
- anlageninterne Maßnahmen zur Begrenzung von Freisetzungen und gegen die Ausbreitung radioaktiver Stoffe.