

EMPFEHLUNG

DER

REAKTOR-SICHERHEITSKOMMISSION

Datum: 05.04.2001

Sicherheitstechnische Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern

Die RSK hat auf ihrer 338. Sitzung am 01.03.2001 die Anwendungen der folgenden Sicherheitstechnischen Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern empfohlen.

Der vorliegende Text entspricht der in der 339. RSK-Sitzung am 05.04.2001 gebilligten Fassung.

**Sicherheitstechnische Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter
Brennelemente in Behältern**

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	4
1.1	Anwendungsbereich der Sicherheitstechnischen Leitlinien	4
1.2	Schutzziele	4
1.3	Begriffsbestimmungen	6
2	Sicherheitsanforderungen	7
2.1	Einschluss radioaktiver Stoffe	7
2.1.1	Brennelemente	7
2.1.2	Behälter	8
2.1.3	Dichtheitsüberwachung der Behälter	9
2.2	Kritikalitätssicherheit	9
2.3	Wärmeabfuhr	11
2.3.1	Wärmeabfuhr aus den Behältern	11
2.3.2	Wärmeabfuhr aus dem Zwischenlager	11
2.4	Abschirmung ionisierender Strahlung	12
2.5	Strahlenschutz	13
2.5.1	Betrieblicher Strahlenschutz	13
2.5.2	Strahlenschutz der Umgebung	15
2.6	Bauliche Anlagen	15
2.7	Technische Einrichtungen	17
2.7.1	Hebezeuge und sonstige Transporteinrichtungen	17
2.7.2	Lüftung	17
2.7.3	Elektrotechnische Einrichtungen	18
2.7.4	Brandschutz und Brandschutzeinrichtungen	18
2.7.5	Behandlung von Abfällen und kontaminierten Wässern	19
2.7.6	Empfangs- und Wartungsbereich	20
2.8	Einwirkungen von innen	20
2.9	Einwirkungen von außen	21
2.9.1	Naturbedingte Einwirkungen von außen	22
2.9.2	Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen	23
2.10	Wechselwirkung mit bestehenden kerntechnischen Anlagen	23
2.11	Eigenständigkeit des Zwischenlagers	24
2.12	Qualitätssicherung	25
2.13	Betrieb der Anlage	25
2.13.1	Inbetriebnahme	26
2.13.2	Betrieb	26
2.13.3	Instandhaltung	26
2.13.4	Personal	27
2.14	Notfallschutz	27
2.15	Langzeit- und Alterungseffekte, Langzeitüberwachung	27
2.16	Stilllegung	28
3	Relevante Vorschriften, Richtlinien, Normen	29

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich der Sicherheitstechnischen Leitlinien

Die Sicherheitstechnischen Leitlinien gelten für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in dicht verschlossenen Behältern. Unter bestrahlten Brennelementen werden Brennelemente verstanden, die ihren geplanten Zielabbrand ganz oder teilweise erreicht haben:

Im Einzelnen gelten die Leitlinien für bestrahlte Brennelemente

- aus Leichtwasserreaktoren mit Urandioxid (mit und ohne abbrennbare Neutronenabsorber) oder Uran-Plutoniumdioxid als Kernbrennstoff
- aus Hochtemperaturreaktoren mit Uranoxid, Thoriumoxid oder carbidischen Materialien als Kernbrennstoff sowie Graphit als Moderator
- aus Prototyp- und Forschungsreaktoren mit Uran in Form von Oxid, Silizid oder als Uran-Aluminium-Legierung als Kernbrennstoff.

Die Leitlinien gelten auch für die Lagerung 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.

Bei der trockenen Zwischenlagerung handelt es sich um eine zeitlich befristete Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente bis zu ihrem Abtransport zur Vorbereitung und Durchführung der Endlagerung. Die Leitlinien beziehen sich auf metallische Behälter zur Aufbewahrung der bestrahlten Brennelemente, die zum Zeitpunkt der Einlagerung für den Transport als Typ B (U)-Versandstück zugelassen und für die Zwischenlagerung nach dem Stand von Wissenschaft und Technik geeignet sind.

1.2 Schutzziele

Die radiologischen Schutzziele, denen die technische Auslegung und der Betrieb des Lagers entsprechen müssen, bestehen darin^{*)}

1. jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt zu vermeiden (§ 28 Abs. 1, Nr. 1 StrlSchV) /2/;
2. jede Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des

^{*) Sollte nach Verabschiedung der neuen StrlSchV angepasst werden.}

Einzelfalls auch unterhalb der festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten (§ 28 Abs. 1, Nr. 2, §§ 44, 45, 46, 49-55 StrlSchV);

Bei der Planung baulicher oder sonstiger technischer Schutzmaßnahmen gegen auslegungsbestimmende Störfälle sind unbeschadet der Forderung (1) sinngemäß die Anforderungen von § 28 Abs. 3 StrlSchV zu Grunde zu legen.

Hieraus abgeleitet ergeben sich folgende grundlegende Schutzziele:

- sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe
- sichere Abfuhr der Zerfallswärme
- sichere Einhaltung der Unterkritikalität
- 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, Ausführung und Qualitätssicherung
- Sicherheitsgerichtete Organisation und Durchführung des Betriebes
- sicherer Abtransport der radioaktiven Stoffe
- Auslegung gegen Störfälle und Vorsehen von Maßnahmen zur Reduzierung der Schadensauswirkungen von auslegungsüberschreitenden Ereignissen.

Zusätzliche, hier nicht behandelte Anforderungen bestehen im Hinblick auf die Haftung bei Schäden /3/, auf den Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter /9/ /4/ sowie die Kontrolle spaltbaren Materials aufgrund internationaler Vereinbarungen.

1.3 Begriffsbestimmungen

Neben den in der Kerntechnik verwendeten Begriffen /43/ sind für die folgenden Leitlinien die nachstehenden Begriffsbestimmungen von Bedeutung:

a) Ableitung radioaktiver Stoffe^{*)} /2, neu/

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

b) Aktivitätseinschluss

^{*)} Sollte nach Verabschiedung der neuen StrlSchV angepasst werden.

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

c) Bestimmungsgemäßer Betrieb /17/

1. Betriebsvorgänge, für die die Anlage (hier: das Zwischenlager) bei funktionsfähigem Zustand der Systeme (ungestörter Zustand) bestimmt und geeignet ist (Normalbetrieb).
2. Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktion von Anlagenteilen oder Systemen (gestörter Zustand) ablaufen, soweit hierbei einer Fortführung des Betriebs sicherheitstechnische Gründe nicht entgegenstehen (anomaler Betrieb).
3. Instandhaltungsvorgänge (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).

d) Freisetzung radioaktiver Stoffe /17/

Das Entweichen radioaktiver Stoffe aus den vorgesehenen Umschließungen in die Anlage oder auf nicht vorgesehenen Wegen in die Umgebung.

e) Instandhaltung /32/

Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Ist- Zustandes. Die Instandhaltung gliedert sich in Inspektion, Wartung und Instandsetzung.

f) Redundanz /17/

Vorhandensein von mehr funktionsbereiten technischen Mitteln, als zur Erfüllung der vorgesehenen Funktion notwendig ist.

g) Störfall

Ereignisablauf, bei dessen Eintreten die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den das Zwischenlager auszulegen ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorzusehen sind.

h) Unfall^{*)}

Ereignisablauf, der für eine oder mehrere Personen eine die Grenzwerte der Anlage X Tabelle XI Spalte 2 der StrlSchV übersteigende Strahlenexposition zur Folge haben kann.

i) Lagerbereich

Derjenige Teil des Zwischenlagers, in dem die Behälter gelagert werden.

j) Empfangsbereich

Derjenige Teil des Zwischenlagers, in dem die Behälter vor der Einlagerung empfangen werden und in dem die vor der Einlagerung notwendigen Arbeiten durchgeführt werden. Der Empfangsbereich dient auch für die vor der Auslagerung der Behälter notwendigen Arbeiten.

k) Wartungsbereich

Derjenige Teil des Zwischenlagers, in dem Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten im Rahmen der anlagenspezifischen Möglichkeiten durchgeführt werden können.

2 Sicherheitsanforderungen

2.1 Einschluss radioaktiver Stoffe

Der sichere Einschluss radioaktiver Stoffe ist durch den Brennelementbehälter zu gewährleisten.

Bei intakten Brennelementen wirken die Brennstabhüllrohre als zusätzliche Umschließung des Brennstoffes. Für die Lagerung defekter Brennstäbe müssen zusätzliche Schutzmaßnahmen für die Erhaltung der mechanischen Integrität des Inventars und für das Dichtsystem getroffen werden.

2.1.1 Brennelemente

^{*)} Sollte nach Verabschiedung der neuen StrlSchV angepasst werden.

Die mechanische Integrität der Brennelementstruktur bei der Lagerung, der Handhabung, dem Transport und der Entladung ist zu gewährleisten. Zur Aufbewahrung von defekten Brennstäben sind besondere Maßnahmen erforderlich, z.B. gasdichte Umhüllungen und/oder Feuchtigkeitsabsorber.

Um ein systematisches Versagen von Hüllrohren während der Lagerzeit auszuschließen, muss die außenseitige Hüllrohrkorrosion begrenzt bleiben, die maximale Tangentialdehnung und die maximale Tangentialspannung im Hüllrohr müssen unter materialabhängigen Auslegungswerten liegen. Dies gilt für die gesamte Lagerzeit des Behälters von bis zu 40 Jahren. Bei der rechnerischen Nachweisführung ist die Einsatzgeschichte der Brennelemente zu berücksichtigen.

2.1.2 Behälter

Die Dichtheit der Behälter ist durch ein Doppeldeckeldichtsystem - jeweils mit metallischen Dichtungen – oder durch einen volumetrisch verschweißten Deckel^{*)} zu gewährleisten. Beim Doppeldeckeldichtsystem kann im Reparaturfall eine metallische Dichtung durch eine Schweißnaht ersetzt sein.

Für die Behälter, bei denen Dichtungen als Dichtbarrieren eingesetzt werden, sind zwei voneinander unabhängige Barrieren mit jeweils einer höchstzulässigen Leckagerate von $1 \cdot 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}^{**})$ (Standard-Helium-Leckagerate) vorzusehen. Diese Barrieren sind ständig auf ihre Dichtfunktion zu überwachen. Für den Fall, dass eine Beeinträchtigung der Dichtfunktion bei einer Barriere festgestellt wird, ist nach einem festgelegten Reparaturkonzept zu verfahren. Dieses muss sicherstellen, dass das Zwei-Barrieren-Konzept mit der spezifizierten Dichtheit wieder erreicht wird. Das so reparierte Dichtsystem muss ebenfalls ständig auf seine Dichtfunktion überwacht werden. Die Restfeuchte im Behälterinnenraum und im Dichtungssystem ist so zu begrenzen, dass durch Korrosion die Dichtfunktion des Systems über die Lagerzeit nicht unzulässig beeinträchtigt wird.

Wird anstelle eines Behälterverschlusses mit Dichtungen der Behälter volumetrisch gasdicht verschweißt, so kann auf die Überwachung der Dichtfunktion verzichtet werden, wenn das Schweißverfahren so qualifiziert ist, dass ein Nachlassen der Behälterdichtheit über die gesamte Zwischenlagerzeit nicht zu unterstellen ist.

Der Einschluss radioaktiver Stoffe ist auch bei Störfällen und Unfällen ggf. mit erhöhter Leckagerate des Behälters sicherzustellen (s. Kap. 2.8 und 2.9).

Im Reparaturkonzept für die Behälter ist auch darzustellen, welche Reparaturen im Zwischenlager durchgeführt werden können und welche Reparaturen in einer anderen Anlage stattfinden müssten.

^{*)} Definition „volumetrisch verschweißter Deckel“: Ein durch eine tragfähige, mehrlagige Verbindungsschweißung mit dem Behältergrundkörper verschweißter Deckel. Durch die Dimensionierung und Auslegung gegen Betriebs- und Störfallbelastungen, die Art der schweißtechnischen Ausführung in Verbindung mit einer vollständigen Kontrolle durch zerstörungsfreie Prüfungen (analoge Anforderungen wie an drucktragende Schweißnähte gemäß AD-Merkblatt HIP1 von Januar 1995) verfügt eine derartige Verbindungsschweißnaht über eine der Behälter- bzw. Deckelwandung adäquate Dichtwirkung.

^{**)} systemtypisches Abnahmekriterium für die Dichtungen der derzeit genehmigten Behälter ohne quantitative radiologische Begründung..

2.1.3 Dichtheitsüberwachung der Behälter

Bei Brennelementbehältern mit Doppeldeckeldichtsystemen ist die Dichtfunktion ständig zu überwachen. Es ist ein Überwachungssystem einzusetzen, das nach Eintritt einer Fehlfunktion eines der beiden Dichtsysteme 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 Lager zugrunde zu legen. Eine Selbstüberwachung der Meldelinien auf systeminterne Störungen sowie ein selbstmeldendes System bei Ausfall von Einzelkomponenten müssen gegeben sein.

Bei Brennelementbehältern, die volumetrisch verschweißt sind, ist keine ständige Überwachung der Dichtfunktion erforderlich. Es sind jedoch Maßnahmen festzulegen, mit denen – ohne die allseitige Integrität des Behälters zu verletzen - die Dichtfunktion der Schweißnaht während der Lagerzeit in angemessenen Zeitabständen stichprobenartig demonstriert werden kann (z. B. gezielte Absaugung der Atmosphäre über dem Behälter, wiederkehrende Prüfungen der Schweißnaht, Untersuchungen an mitlaufenden Arbeitsproben).

2.2 Kritikalitätssicherheit

Bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente 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 Brennelemente und ihre Anordnung unterkritisch bleiben. Dabei sind die Anforderungen nach DIN 25403, Teil 1, insbesondere die darin enthaltenen Sicherheitsprinzipien, die sich auf den Schutz gegen Störereignisse und die Nachweisführung der Kritikalitätssicherheit beziehen, einzuhalten /44/.

Bei der trockenen Lagerung 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.

Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit der Lagerung der Brennelemente 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 /44/, in das Ergebnis einzubeziehen sind.

Die Einhaltung der Unterkritikalität ist auch bei Störungen und Störfällen, zum Beispiel bei Behälteranordnung in dichter Packung sowie insbesondere für die Flutung der Behälter mit Wasser, für fehlerhafte Beladung der Behälter sowie für Veränderungen der Struktur der Brennelemente und des Brennelementkorbes, falls diese während einer lang dauernden Lagerung auftreten können, nachzuweisen.

Beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit müssen gegebenenfalls vorhandene Neutronenmoderatoren, die mit dem Kernbrennstoff verbunden sind (z. B. Graphit) oder die Abschirmzwecken dienen, 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 Lagerung von Brennstäben in Brennstabbüchsen (nach Zerlegung der Brennelemente in einzelne Brennstäbe anstelle von Brennelementen) 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 zugrundegelegte Mindestabbrand durch Messung des Brennelementes vor der Einlagerung nachzuweisen. Die Anforderungen von DIN 25471 /45/ und KTA-Regel 3602 /39/ sind zu erfüllen.

Die Kritikalitätssicherheit der Brennelementbehälter und ihrer Beladung 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 Lagers und der Neutronenwechselwirkung innerhalb der Behälteranordnung, die von den Randbedingungen der verkehrsrechtlichen Zulassung abweichen kann, gegeben ist.

2.3 Wärmeabfuhr

Die Abfuhr der Zerfallswärme der Brennelemente muss so gewährleistet werden, dass bei Behältern und ihrem Inventar sowie im Lagergebäude nur zulässige Temperaturen auftreten. Die sichere Wärmeabfuhr an die Umgebung hat passiv durch Naturkonvektion zu erfolgen; das bedeutet, dass dazu keine aktiven Lüftungstechnischen Komponenten/Systeme erforderlich sind. In begründeten Fällen kann zusätzlich eine aktive Lüftungsanlage für den Lagerbereich vorgesehen werden, die die Aufgabe der betrieblichen Wärmeabfuhr übernehmen kann. In diesem Fall muss gewährleistet sein, dass bei Ausfall der aktiven Lüftungsanlage keine unzulässigen Temperaturen auftreten können.

2.3.1 Wärmeabfuhr aus den Behältern

Die Wärmeabfuhr hat so zu erfolgen, dass keine Behältertemperaturen auftreten, welche die Abschirmung der Gamma- und Neutronenstrahlung oder die Dichtheit des Behälters gefährden.

Außerdem müssen die Brennstabtemperaturen so niedrig liegen, dass ein systematisches Versagen der Hüllrohre der Brennstäbe ausgeschlossen ist (s. Kap. 2.1.1).

2.3.2 Wärmeabfuhr aus dem Zwischenlager

Das Lagergebäude muss zur Abfuhr der Zerfallswärme der Brennelemente 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 vorzugeben. Mögliche Abweichungen von diesem Belegungsplan sind bezüglich ihrer Sicherheitsrelevanz zu betrachten.

Zur Vermeidung von Kondenswasserbildung in erheblichem Umfang können in Lagerbereichen, in denen keine Behälter oder Behälter ohne wesentliche Wärmeleistung stehen, 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.

2.4 Abschirmung ionisierender Strahlung

Bei der Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente ist eine ausreichende Abschirmung der ionisierenden Strahlung zum Schutz der Bevölkerung und des Betriebspersonals durch die Auslegung der Brennelementbehälter und ergänzend durch das Lagergebäude 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 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.

Die Grenzwerte der Dosisleistung der Behälter betragen an der Behälteroberfläche als Mittelwert 2 mSv/h (stellenweise maximal 10 mSv/h). In Abhängigkeit von der Abschirmwirkung des Gebäudes und der zu lagernden Strahlenquellen kann es unter Beachtung des Minimierungsgebotes erforderlich sein, niedrigere Werte für die Begrenzung der Dosisleistung an der Behälteroberfläche festzulegen, um den Grenzwert für Personen der Bevölkerung und nicht beruflich strahlenexponierte Personen, die auf dem Betriebsgelände beruflich tätig werden, einhalten zu können.

Beim Nachweis der erforderlichen Abschirmung mit der 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 Lager 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 der Brennelementbehälter eingesetzt werden, gegen ionisierende Strahlung abzuschirmen sind.

Für die Anordnung der Behälter im Lager ist die Ausnutzung des gegenseitigen Selbstabschirmungseffektes der Behälter 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.

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 Lagergebäudes, insbesondere bei der Ausführung von Zuluft- und Abluftöffnungen, Toren, Dehnungsfugen ist dem Aspekt der Abschirmung Rechnung zu tragen.

2.5 Strahlenschutz

2.5.1 Betrieblicher Strahlenschutz

Eingangskontrolle

Brennelementbehälter sind bei der Annahme durch Messung der Gamma- und Neutronendosisleistung auf die Einhaltung der für das Zwischenlager geltenden Grenzwerte zu überprüfen. Ebenso sind eingehende Behälter auf ihre Oberflächenkontamination zu prüfen. Es dürfen nur solche Behälter eingelagert werden, deren Oberflächenkontamination die zulässigen Werte nach Strahlenschutzverordnung^{*)} (Anlage IX, Spalte 3) nicht überschreitet. Ferner dürfen nur Behälter angenommen werden, deren Beladung entsprechend den Technischen Annahmebedingungen (siehe Kap. 2.13.2) des jeweiligen Zwischenlagers durchgeführt wurde. 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.

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.

Ausgangskontrolle

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

^{*)} Sollte nach Verabschiedung der neuen StrlSchV angepasst werden.

Strahlenschutzkonzept

Für die Zwischenlagerung ist ein auf den anerkannten Prinzipien des Strahlenschutzes und auf den Anforderungen der Strahlenschutzverordnung /2/ basierendes Strahlenschutzkonzept zu erstellen, zu beachten und – falls erforderlich – geänderten Randbedingungen anzupassen. Dieses Strahlenschutzkonzept umfasst alle im bestimmungsgemäßen Betrieb vorgesehenen Betriebsabläufe, Maßnahmen für Instandhaltung, Überwachung, Messung, Wartung, Reparatur und für Sammlung und Entsorgung betrieblich anfallender radioaktiver Abfälle, sowie Vorkehrungen und Maßnahmen gegen Störfälle und für Notfälle. Die Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten und die Organisation für den Strahlenschutz sind klar und eindeutig festzulegen. Die Erfassung und Auswertung strahlenschutzrelevanter Betriebsvorgänge und besonderer Vorkommnisse ist sicherzustellen. Im Strahlenschutzkonzept sind in angemessener Weise Maßnahmen für die Beschäftigten zur Sicherstellung der Fachkunde im Strahlenschutz und zur Förderung einer sicherheitsgerichteten Denk- und Arbeitsweise vorzusehen.

Für anfallende Instandsetzungsarbeiten müssen entsprechende Arbeitsmittel und Einrichtungen vorhanden oder in angemessener Zeit beschaffbar sein. Dies ist im Einzelfall zu konkretisieren. Die Planung und Durchführung dieser Arbeiten ist unter Strahlenschutzgesichtspunkten in einem Verfahren zur Arbeitsfreigabe zu regeln. /51/

Strahlungsüberwachung in der Anlage

Die Gesamtanlage ist entsprechend den Strahlenschutzbedingungen in Strahlenschutzbereiche einzuteilen. Dabei ist nach Überwachungs-, Kontroll- und Sperrbereichen zu unterscheiden. Bereiche mit Ortsdosisleistungen, welche die Einrichtung eines Sperrbereichs erfordern würden, sollen vermieden werden.

In den Strahlenschutzbereichen sind die Ortsdosis und Ortsdosisleistung bei Belegungsänderung, mindestens jedoch einmal jährlich, zu messen und zu dokumentieren. Diese Messung ist an repräsentativen Stellen vorzunehmen. Dabei sind Gamma- und Neutronendosis 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 geeignete Mittel vorzuhalten und organisatorische Festlegungen zu treffen.

Im Rahmen des radiologischen Arbeitsschutzes des Betriebspersonals sind im Lagerbereich in der Nähe der gelagerten Behälter in regelmäßigen Abständen Luftproben zu entnehmen und auszumessen.

Die Körperdosis beruflich strahlenexponierter Personen, die sich im Kontrollbereich aufhalten, ist für Gamma- und Neutronenstrahlung mit geeigneten Dosimetern, z. B. mit Albedo-Dosimetern, zu ermitteln und zu dokumentieren. Als Personendosimeter sind neben den amtlichen Dosimetern jederzeit ablesbare Dosimeter einzusetzen, die dem jeweiligen Stand der Technik entsprechen.

Die ordnungsgemäße Funktion der zur Strahlungsüberwachung eingesetzten und vorgehaltenen Geräte ist systematisch und regelmäßig zu überprüfen

2.5.2 Strahlenschutz der Umgebung

Bei Zwischenlagern ist an repräsentativen Stellen, z.B. am Zaun der Anlage, die Ortsdosis zu überwachen (Gamma- und Neutronendosis). Einzelheiten regelt die REI /7/.

Zwischenlager, die einer kerntechnischen Anlage benachbart sind, die über ein System zur Umgebungsüberwachung verfügt, sind – gegebenenfalls durch vertragliche Vereinbarungen – in dieses Überwachungssystem einzubeziehen (z. B. durch Festlegung geeigneter Messpunkte).

2.6 Bauliche Anlagen

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

- Zu- und Abluftöffnungen des Lagergebäudes sind so anzuordnen und zu bemessen, dass eine sichere Abfuhr der Zerfallswärme der Brennelemente gewährleistet ist (vgl. 2.3.2).
- Die Temperaturbeanspruchung und Alterungsbeständigkeit der Baustrukturen infolge der von den Behältern abgegebenen Wärme sind bei der Bauwerksauslegung zu berücksichtigen (vgl. 2.3.2 und 2.15).
- Empfangs- und Wartungsbereiche 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 glattgezogenen Deckschicht versehen sein.

- Die Bodenplatte des Lagers muss für das Befahren mit Transportfahrzeugen und für die Behälterlasten entsprechend der vorgesehenen Belegung ausgelegt sein. Dabei sind auch Teilbelegungszustände zu berücksichtigen.
- Bei der Bauwerksauslegung ist ggf. auch der Anprall von Lasten bei Transportvorgängen anzusetzen. Ebenso sind die Kranlasten und Lasten anderer schwerer Anlagenteile, z. B. Abschirmschotts, sowie Sonderlasten aus den Einwirkungen nach Abschnitt 2.8 und 2.9.1 zu berücksichtigen.
- Die Bodenplatte im Lager- und Empfangsbereich ist so auszulegen, dass bei einem Behälterabsturz aus der maximal möglichen Handhabungshöhe die Schäden so begrenzt bleiben, dass die sicherheitstechnische Funktion des Gebäudes (Standicherheit, Abschirmung und Wärmeabfuhr) erhalten bleibt, und die Möglichkeit einer Reparatur besteht. Im Hinblick auf die Integrität von Behältern und Bodenplatte sind ggf. Sondermaßnahmen wie z. B. der Einsatz von Dämpfungsmaterial im möglichen Absturzbereich bei größeren Hubhöhen erforderlich.
- Bei der Auslegung des Gebäudes ist die vorgesehene Nutzungsdauer im Hinblick auf die Dauerhaftigkeit und Funktionsfähigkeit der Baustoffe und Bauteile zu berücksichtigen.
- Lager- und Empfangsbereich bilden einen Brandabschnitt, sofern im Empfangsbereich 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 Empfangs- und Lagerbereich verwendeten Baustoffe – ausgenommen die Dekontbeschichtungen und Bauwerksabdichtungen - müssen „nicht brennbar“ (Klasse A nach DIN 4102-1 /41/) sein (vgl. Abschnitt 2.7.4).
- Das Bauwerk ist mit Erdungs- und Blitzschutzanlagen in sinngemäßer Anwendung der KTA 2206 /37/ zu versehen.
- Die Anlagen sind in sinngemäßer Anwendung der KTA 2207 /38/ gegen Hochwasser zu schützen.
- Das Lagergebäude muss für den Lastfall Erdbeben in sinngemäßer Anwendung der KTA 2201 /36/ standsicher ausgelegt sein (vgl. 2.9.1).
- Das Lagergebäude muss für den Lastfall Brand nach DIN 4102, Teil 2 bis 4 /41/, standsicher ausgelegt sein.

2.7 Technische Einrichtungen

2.7.1 Hebezeuge und sonstige Transporteinrichtungen

Hebezeuge, die für den Transport der Behälter eingesetzt werden, sind nach KTA 3902 /40/ auszulegen, wobei in der Regel keine zusätzlichen oder erhöhten Anforderungen zu stellen sind, sofern nachgewiesen wird, dass bei Handhabungsstörfällen eine ausreichende Integrität des Behälters gegeben ist und das Bauwerk gegen Folgelasten ausgelegt ist. Zur sicheren Handhabung der Behälter sind geregelte Hub- und Fahrantriebe vorzusehen.

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

Für den Lastfall Erdbeben ist die Standsicherheit des Behälterhallenkranes ohne Last gemäß KTA 3902 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. Außerdem sind die Auswirkungen bei einem Handhabungsstörfall (Absturz bzw. Umkippen des Behälters) zu untersuchen.

2.7.2 Lüftung

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

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

Die Luftwechselzahlen im Lagerbereich sind so zu wählen, dass auch das Auftreten von Kondenswasser in erheblichem Umfang vermieden wird (s. Kap. 2.3.2). Hierzu ist eine Anpassung der Luftwechselzahlen an die Wärmeleistung der eingelagerten Behälter zulässig.

Im Wartungsbereich ist wegen der unterschiedlichen denkbaren Instandhaltungsarbeiten am Behälter eine aktive Lüftungs- oder Absauganlage vorzusehen (siehe Kap. 2.7.6). Da diese Arbeiten jederzeit unterbrochen werden können, ist es ausreichend, wenn hier über einfache vorgeplante Handmaßnahmen auf eine passive Kühlung des Behälters übergegangen werden kann.

2.7.3 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.

2.7.4 Brandschutz und Brandschutzeinrichtungen

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

Die Integrität der Behälter und eine ausreichende Abschirmung müssen während und nach Brandfällen erhalten bleiben.

Die Brandschutzmaßnahmen müssen geeignet sein, mögliche Brandbeanspruchungen der Brennelementbehälter in der Handhabungs- und Lagerkonfiguration so weit einzugrenzen, dass mindestens eine Dichtbarriere soweit funktionsfähig bleibt, dass die Dosisgrenzwerte nach § 28 Abs. 3 StrlSchV eingehalten werden. Hierbei ist von thermischen Belastungen auszugehen, wie sie im Rahmen der Zulassung der Behälter als Typ B (U)-Versandstück untersucht wurde (800°, 30 Minuten Dauer und jeweils linearen Temperaturanstiegen bzw. -abfällen innerhalb von drei Minuten), sofern nicht geringere Brandbeanspruchungen im Einzelnen nachgewiesen 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 und der KTA 2101 zu erfolgen. Die jeweils höhere Anforderung ist maßgebend.

Die Brandabschnitte des Gebäudes sind gemäß Brandschutzkonzept unter Berücksichtigung der Brandlasten gegebenenfalls in Brandbekämpfungsabschnitte zu unterteilen. Die Brandabschnitte und -

bekämpfungsabschnitte sowie deren Abgrenzungen untereinander sind gemäß KTA 2101.2 in der Feuerwiderstandsklasse F90-A nach DIN 4102-2 auszuführen. Wände der Abgrenzungen müssen zusätzlich die Anforderungen nach DIN 4102-3, Abschnitt 4.3, erfüllen.

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.

Die Abfuhr von Brandrauch zur Sicherstellung einer wirksamen Brandbekämpfung ist nachzuweisen

Alle Räume mit Brandlasten, oder bei denen aufgrund der vorgesehenen Nutzung ein Brandrisiko vorhanden ist, sind mit automatischen Brandmeldern zu versehen. Hierzu zählt nicht der Lagerbereich, sofern sich hier keine wesentlichen Brandlasten befinden.

Zur Bekämpfung von Entstehungsbränden sind im gesamten Bauwerk verteilt mobile Feuerlöschleinrichtungen vorzuhalten. Bei der Auswahl der Löschmittel sind mögliche Folgeschäden (z.B. durch Korrosion) zu berücksichtigen.

Für eine wirksame Brandbekämpfung durch die örtliche Feuerwehr oder die zuständige Werkfeuerwehr müssen u.a. folgende Voraussetzungen erfüllt sein: sofortige Alarmierung der Feuerwehr, Feuerwehrezufahrt zum Brandobjekt und ausreichende Stellflächen für die Einsatzfahrzeuge der Feuerwehr, Hydrantenanlage und Löschmittelversorgung.

Im Rahmen des Brandschutzkonzepts ist u. a. im Hinblick auf eventuell vorkommende wassergefährdende Stoffe darzulegen, ob Maßnahmen zur Rückhaltung von anfallendem Löschwasser erforderlich sind.

Das Betriebspersonal muss in der Brandbekämpfung von Entstehungsbränden geschult sein.

2.7.5 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. Deshalb ist nur ein sehr geringer Anfall an kontaminierten Abfällen bzw. Reststoffen und kontaminierten Wässern zu erwarten.

Die anfallenden Betriebsabfälle, wie z. B. Material aus Wischtests, gebrauchte Reinigungsmittel oder die möglicherweise im Kontrollbereich anfallenden Wasser und Betriebsabfälle 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. /14/

Für die Beseitigung radioaktiver Abfälle ist bei der Sammlung, Kennzeichnung, Verarbeitung und Dokumentation die BMU-Richtlinie /6/ 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.

2.7.6 Empfangs- und Wartungsbereich

Getrennt vom Lagerbereich sind ein Empfangs- und ein Wartungsbereich im Zwischenlager vorzuhalten, da vor der Ein- und Auslagerung der Behälter Arbeiten erforderlich sind. Außerdem sind Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten im gewissen Umfang nicht auszuschließen. Arbeiten mit Öffnung des Primärdeckels sind nur zulässig, wenn eine heiße Zelle vorhanden ist.

Im Wartungsbereich 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 den Wartungsbereich 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 gezielte Absaugeinrichtungen mit Schwebstofffilteranlagen und Probenahmeeinrichtungen vorzuhalten.

2.8 Einwirkungen von innen

In einer Störfallanalyse ist zu untersuchen, welche Betriebsstörungen und Störfälle bei der Zwischenlagerung der bestrahlten Brennelemente auftreten können. Hierzu sind die Gegebenheiten der Lagerung einschließlich möglicher langfristiger Effekte und die Betriebsabläufe systematisch zu analysieren und 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 abzugrenzen. Menschliches Fehlverhalten ist bei der Analyse der Störfallmöglichkeiten zu berücksichtigen.

Als auslegungsbestimmende Störfälle sind bei der trockenen Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in der Regel die folgenden anlageninternen Ereignisse zu betrachten:

^{*)} Sollte nach Verabschiedung der neuen StrlSchV angepasst werden.

1. Mechanische Einwirkungen, wie

- der Absturz eines Brennelementbehälters aus der maximal in Frage kommenden Höhe in der ungünstigsten Aufprallposition und unter Berücksichtigung der höchsten, bzw. tiefsten Behältertemperaturen,
- das Umfallen eines Brennelementbehälters bei der Handhabung
- das Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last auf die Brennelementbehälter

2. Brand

Zu berücksichtigen sind die maximal stationär und temporär im Lager befindlichen Brandlasten. Zusätzlich zu den für die Integrität der Behälter und die Dichtfunktion zu führenden Nachweise gemäß Kapitel 2.7.4 sind mögliche Brände in der Anlage mit potentiellen Aktivitätsfreisetzungen zu analysieren. Brennbare Betriebsabfälle und vorübergehend vorhandene potenzielle Brandquellen sind in den Störfallanalysen zu berücksichtigen.

Außerdem sind als anomale Betriebszustände Ausfälle wichtiger Einrichtungen zu betrachten, wie

- Ausfall der Stromversorgung,
- Ausfall leittechnischer Einrichtungen,
- Ausfall von Hebezeugen und Transportmitteln,
- Ausfall von Lüftungsanlagen bzw. aktiver Komponenten, die für die Wärmeabfuhr von Bedeutung sind.

Für die auslegungsbestimmenden Störfälle ist die Einhaltung der Anforderungen des § 28 Abs. 3 StrlSchV durch Berechnung der möglichen radiologischen Störfallauswirkungen nachzuweisen, sofern nicht das Eintreten des Störfalls aufgrund der getroffenen Vorsorge ausgeschlossen werden kann und somit entsprechend /15, Abs. 4.10/ eine Berechnung radiologischer Störfallauswirkungen nicht erforderlich ist. Für die anomalen Betriebszustände ist die Einhaltung der Grenzwerte des § 44 und § 45 StrlSchV nachzuweisen.

2.9 Einwirkungen von außen

Für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern sind in der Regel folgende Einwirkungen von außen zu betrachten:

- Naturbedingte Einwirkungen von außen wie Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben

- Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen wie Einwirkungen schädlicher Stoffe, Druckwellen aufgrund chemischer Explosionen, von außen übergreifende Brände (Waldbrand), Bergschäden, Flugzeugabsturz.

Standortspezifische Besonderheiten sind erforderlichenfalls zusätzlich zu berücksichtigen.

Mögliche Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen werden in Kapitel 2.10 behandelt. Einwirkungen von außen durch beabsichtigtes Eingreifen Dritter werden im Rahmen des Schutzes gegen Störmaßnahmen und sonstige Einwirkungen Dritter betrachtet /9/ und /4/.

2.9.1 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 /37/ 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. /38/
4. Für die Betrachtung des Lastfalles Erdbeben ist als Bemessungsgrundlage von der für den Standort größten Intensität auszugehen, die unter Berücksichtigung einer größeren Umgebung des Standortes (bis etwa 200 km vom Standort) nach wissenschaftlichen Erkenntnissen auftreten kann. Dabei ist von den Grundsätzen der KTA-Regel 2201.1 /36/ auszugehen.
5. Für das Bemessungserdbeben müssen die Integrität, die Standsicherheit und die Unterkritikalität der Behälter mit eingelagerten bestrahlten Brennelementen gewährleistet sein. Erdbebenbedingte Einwirkungen auf technische Einrichtungen - wie Hebezeuge, Abschirmtüren - oder auf das Lagergebäude dürfen nicht zu unzulässigen radiologischen Auswirkungen gemäß § 28 Abs.3 StrlSchV für die Bevölkerung führen.

2.9.2 Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen

Im Rahmen einer Sicherheitsanalyse ist darzulegen, welche Auswirkungen durch zivilisatorisch bedingte äußere Einwirkungen zu erwarten sind. Die Entscheidung, welche Ereignisse als Auslegungsstörfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV zu bewerten sind und ob und welche Schutzmaßnahmen unter dem Gesichtspunkt der Reduzierung der Schadensauswirkung bei Ereignissen erforderlich sind, die wegen ihrer geringen Eintrittshäufigkeit nicht als Auslegungsstörfälle einzustufen sind, hat sich insbesondere an den Ergebnissen der Sicherheitsanalyse und an den Auswirkungen in der Umgebung der Anlage zu orientieren.

Die Lastannahmen für zivilisatorisch bedingte äußere Einwirkungen richten sich unter Beachtung der Gegebenheiten des Standorts nach dem Stand von Wissenschaft und Technik.

In jedem Fall sind unter Zugrundelegung der Lastannahmen aus den RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren /22/ und der BMI-Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen /23/ Maßnahmen zur Schadensreduzierung bei Flugzeugabsturz und von außen auftreffenden Druckwellen zu treffen. Dem Gesichtspunkt der Reduzierung der Schadensauswirkung ist dann genügt, wenn auch bei diesen Ereignissen die unter realistischen Randbedingungen ermittelten radiologischen Auswirkungen einschneidende Maßnahmen des Notfallschutzes nicht erforderlich machen (siehe §7(2a) in /1/). Die Reduzierung der Schadensauswirkungen durch Flugzeugabsturz und Druckwelle kann entweder durch den Behälter oder durch die Kombination von Behälter und Lager/Lagergebäude erreicht werden.

Beschädigungen und Verschüttungen der Behälter durch aufprallende Bauteile, Wrackteile oder technische Einrichtungen, Folgebrände und Trümmerlasten dürfen nicht zur Kritikalität führen und die Integrität und Wärmeabfuhr der Behälter darf nicht in unzulässiger Weise beeinträchtigt werden.

2.10 Wechselwirkung mit bestehenden kerntechnischen Anlagen

Sofern am Standort des Zwischenlagers weitere kerntechnische Anlagen oder frühere Tätigkeiten aus dem Geltungsbereich der Strahlenschutzverordnung zur Strahlenexposition der Bevölkerung beitragen, sind diese bei der radiologischen Vorbelastung zu berücksichtigen. Der Grenzwert für Einzelpersonen der Bevölkerung von 1 mSv pro Jahr ist unter Berücksichtigung der Direkt- und Streustrahlung und der Ableitungen aus diesen kerntechnischen Anlagen einzuhalten.

Wenn das Zwischenlager in unmittelbarer Nachbarschaft zu einem Kernkraftwerk errichtet werden soll, sind folgende Ereignisse auf dem Kraftwerksgelände zu betrachten und die Auswirkungen auf das Zwischenlager zu untersuchen:

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

Darüber hinaus ist in jedem Fall die Zugänglichkeit des Zwischenlagers und der benachbarten kerntechnischen Anlage zu gewährleisten.

2.11 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,
- 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.

Eine gemeinsame Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen als Trockenlagerung in Behältern mit zugehörigem Equipment für Handhabung und Transport der Behälter sowie mit radioaktiven Abfällen und mit Komponenten aus der Stilllegung einer Kraftwerksanlage ist möglich, wenn diese in fester Form vorliegen und keine Beeinträchtigung der Sicherheit der Zwischenlagerung von bestrahlten Brennelementen 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 bestrahlter Brennelemente in Behältern ist in geeigneter Weise von der Lagerung radioaktiver Abfälle im Sinne einer ordnungsgemäßen Lagerhaltung durch Abstand oder Abtrennungen zu separieren. Die Ein- und Auslagerungsvorgänge der radioaktiven Abfallgebinde oder von Komponenten aus der Stilllegung einer Kraftwerksanlage sind so zu gestalten, dass eine Beschädigung der eingelagerten Brennelementbehälter ausgeschlossen wird.

2.12 Qualitätssicherung

Bereits während der Planung und Auslegung des Zwischenlagers ist ein nach Sicherheitserfordernissen abgestuftes Konzept zur Qualitätssicherung für die Errichtung und den Betrieb der Anlage 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 /32/ zu erfolgen. Für die Dokumentation gelten die Grundsätze der KTA 1404 /33/.

Soweit im Rahmen qualitätssichernder Maßnahmen während des bestimmungsgemäßen Betriebes wiederkehrende Prüfungen durchzuführen sind, ist die Konzeption und Auslegung der Anlagen 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.

Für die Fertigung der Behälter gelten die Bedingungen des Vermerkes von BAM, BfS und TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e. V. /50/

2.13 Betrieb der Anlage

Der Betrieb des Zwischenlagers hat so zu erfolgen, dass die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden getroffen ist. Es sind insbesondere zu betrachten:

- alle Vorgänge zum erstmaligen Erreichen des Normalbetriebszustandes der Anlage (Inbetriebnahme),
- der bestimmungsgemäße Betrieb,
- die Erkennung und Beherrschung von Störfällen und die Beseitigung ihrer Folgen.

Zur sicheren Durchführung dieser Betriebsvorgänge ist der gesamte Betrieb geeignet zu strukturieren. 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.

2.13.1 Inbetriebnahme

Vor Beginn des Lagerbetriebs sind alle Einrichtungen des Lagers Inbetriebsetzungs-Prüfungen zu unterziehen. Diese Prüfungen sind in einem Inbetriebsetzungs-Programm festzulegen.

Für den gesamten Handhabungs- und Abfertigungsablauf einschließlich der Strahlenschutzmaßnahmen ist jeweils mit einem Behälter jeder zur Einlagerung genehmigten Behälterbauart vor der ersten Einlagerung in jeder Anlage eine Kalterprobung durchzuführen.

2.13.2 Betrieb

Es ist in sinngemäßer Anwendung der KTA 1201 /29/ ein Betriebshandbuch anzulegen, das alle Betriebsvorgänge sowie die bei Störfällen zu ergreifenden Maßnahmen in klaren Betriebsanweisungen beschreibt. Insbesondere sind alle die Sicherheit berührenden Aspekte zu behandeln. Außerdem ist die Vorgehensweise bei der Änderung oder Ergänzung von Anlagenteilen und Verfahren festzulegen.

Die in den sicherheitstechnischen Untersuchungen verwendeten Annahmen und Randbedingungen für die Behältereigenschaften und Brennelemente sind in Technischen Annahmebedingungen für das Zwischenlager zusammenzustellen. Für die Nachweisführung zur Einhaltung der Technischen Annahmebedingungen sind Ausführungsbestimmungen zu erstellen. Hierzu gehören auch Arbeitsanweisungen und Prüfvorschriften, die bei der Behälterbeladung zu berücksichtigen sind.

Für wesentliche Einrichtungen sind wiederkehrende Prüfungen durchzuführen. Die wiederkehrenden Prüfungen sind in einem Prüfhandbuch in sinngemäßer Anwendung der KTA 1202 /30/ festzulegen.

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

Über sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse ist Buch zu führen. Sicherheitsrelevante Erkenntnisse aus Inbetriebnahme, bestimmungsgemäßem Betrieb (insbesondere bei Reparatur) und wiederkehrenden Prüfungen sind zu dokumentieren. Art und Umfang dieser Dokumentation sind festzulegen.

Erfahrungen aus dem Betrieb vergleichbarer Anlagen sind bei der eigenen Betriebsführung zu berücksichtigen. Hierzu sind Verfahrensweisen vorzusehen, die den Erfahrungsaustausch (z.B. auf Basis von Betriebsberichten) zwischen den Betreibern sicherstellen.

Die technischen Einrichtungen, die für den Abtransport der Brennelementbehälter eingesetzt werden, müssen solange verfügbar sein, bis alle mit Brennelementen beladenen Behälter abtransportiert sind.

2.13.3 Instandhaltung

Alle Einrichtungen, 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 Durchführung von Instandhaltungsarbeiten sind Regelungen in das Betriebshandbuch aufzunehmen.

2.13.4 Personal

Die Anlage hat über qualifiziertes und ausreichendes Personal zu verfügen, das die Erfordernisse der Sicherheit gewährleistet und regelmäßig geschult wird. Dies gilt auch, wenn Personal aus benachbarten kerntechnischen Anlagen zum Einsatz kommt. Die je nach Stellung erforderliche Fachkunde ist nach den Erfordernissen der Strahlenschutzverordnung bzw. gesonderter Bestimmungen nachzuweisen. Die Anforderung bezüglich der Verantwortlichkeit in Fragen der nuklearen Sicherheit regeln das Atomgesetz und die Strahlenschutzverordnung.

2.14 Notfallschutz

Ein Plan für betriebliche Notfallschutzmaßnahmen ist auszuarbeiten und gegebenenfalls mit dem Notfallschutzplan benachbarter kerntechnischer 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.

2.15 Langzeit- und Alterungseffekte, Langzeitüberwachung

Zur Beherrschung der Langzeit- und Alterungseffekte während der beantragten Nutzungsdauer des Zwischenlagers ist ein Überwachungskonzept vorzulegen. Dabei ist grundsätzlich zwischen Komponenten und Bauteilen zu unterscheiden, die für die gesamte Nutzungsdauer der Anlage ausgelegt sind, und diejenigen, die gegebenenfalls ausgetauscht werden müssen.

Zu den Komponenten und Bauteilen, die für die Nutzungsdauer des Lagers bzw. des jeweiligen Behälters auszulegen sind, gehören die Lagerbehälter für die Brennelemente einschließlich der Komponenten für das System zur Dichtheitsüberwachung dieser Behälter sowie das Bauwerk. Insbesondere die sicherheitsrelevanten Behälterkomponenten, wie z.B. die Dichtbarriere und der Neutronenmoderator müssen die erforderliche Langzeitbeständigkeit aufweisen. Hierbei ist zwischen Nutzungsdauer des Lagers und des Behälters zu differenzieren.

Die aus sicherheitstechnischer Sicht erforderlichen Eigenschaften der Systeme, Komponenten und Bauteile müssen während der gesamten Betriebszeit gewährleistet sein. Insbesondere muss der Zustand der Tragzapfen der Behälter die Bewegung der Behälter innerhalb des Lagers jederzeit ermöglichen.

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

Das Überwachungskonzept muss die Überwachung des Gesamtzustandes der Anlage gewährleisten und mindestens nachfolgenden Forderungen gerecht werden:

- In einem Abstand von 10 Jahren ist vom Betreiber regelmäßig ein Bericht zum Zustand des Lagergebäudes und der für die Zwischenlagerung erforderlichen Komponenten zu erstellen.
- Der Zustand des Lagergebäudes und der für die Zwischenlagerung erforderlichen Komponenten ist durch Begehung und geeignete Messungen zu überprüfen.
- Für das Lagergebäude sind wiederkehrende Setzungsmessungen durchzuführen.
- An den Lagerbehältern ist eine stichprobenartige Inspektion durchzuführen.
- Die Befunde aus wiederkehrenden Prüfungen sind auszuwerten.

2.16 Stilllegung

Das Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente ist so zu konzipieren und auszuführen, dass es unter Einhaltung der Strahlenschutzbestimmungen still gelegt 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.

3 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 in Behältern 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. 1565), zuletzt geändert durch Gesetz vom 03. Mai 2000 (BGBl. I. S. 636)

- /2/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 30. Juni 1989 (BGBl. I. S. 1321, 1926), zuletzt geändert durch Verordnung vom 18. August 1997 (BGBl. I. S. 2113)

- /3/ Verordnung über die Deckungsvorsorge nach dem Atomgesetz (Atomrechtliche Deckungsvorsorge-Verordnung – AtDeckV) vom 25. Februar 1977 (BGBl. I. S. 220), geändert durch 6. Überleitungsgesetz vom 25. September 1990 (BGBl. I. S. 2106)

- /4/ 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

- /5/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV: Ermittlung der Strahlenexposition durch Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen, 21. Februar 1990 (Bundesanzeiger Nr. 64 a vom 31.03.1990)

- /6/ 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)

- /7/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 30. Juni 1993 (GMBL. 1993, Nr. 29), zuletzt geändert am 20. Dezember 1995 (GMBL. 1996, Nr. 9/10) einschließlich der Anhänge
- /8/ Grundsätze für die ärztliche Überwachung von beruflich strahlenexponierten Personen, 1978
(Schriftenreihe des Bundesministers des Innern, Band 9, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart)
- /9/ Richtlinie über Maßnahmen für den Schutz von Anlagen des Kernbrennstoffkreislaufes und sonstigen kerntechnischen Einrichtungen gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen zugangsberechtigter Einzelpersonen vom 28. Januar 1991 (GMBL. 1991 S. 228)
- /10/ Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstätten-Verordnung – ArbStättV) vom 25. März 1975 (BGBl. I. S. 729), zuletzt geändert durch Verordnung vom 04. Dezember 1996 (BGBl. I. S. 1481)
- /11/ Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR) Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung ASR 10f1 vom April 1976, ASR 17/1.2 vom September 1976 und Januar 1988
- /12/ Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen vom 09. August 1999 (GMBL. 1999, Nr. 28/29)
- /13/ Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen (§§ 62, 63, 63 a StrlSchV, §§ 35, 35 a RÖV) vom 20. Dezember 1993 (GMBL. 1994, Nr. 7) sowie Berechnungsgrundlage für die Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Richtlinie zu § 63 StrlSchV) vom 19. August 1981 (BGTBl. 1981, S. 322)
- /14/ BMU
Schreiben an die für den Vollzug der Strahlenschutzverordnung zuständigen obersten Landesbehörden
Vollzug der Strahlenschutzverordnung
Freigabe von Stoffen mit geringfügiger Aktivität
Bonn, 28.05.1998

- /15/ Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV – Störfall-Leitlinien – 18. Oktober 1983 (Bundesanzeiger Nr. 245 a vom 31. Dezember 1983)
- /16/ Rundschreiben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vom 17. Oktober 1995, RS II 5 – 11434/8 mit Neufassung des Kapitels 4, „Berechnung der Störfallexposition“ (Bundesanzeiger Nr. 222 a vom 26. November 1994) der Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien unter /15/
- /17/ Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Bundesanzeiger Nr. 206 vom 3. November 1977
- /18/ SSK-Empfehlung
Freigabe von Materialien, Gebäuden und Bodenflächen vom 12. Februar 1998, Bundesanzeiger vom 15. Oktober 1998, S. 15022
- /19/ Bundesamt für Strahlenschutz
Leitfaden zur Stilllegung von Anlagen nach § 7 Atomgesetz vom 14. Juni 1996
- /20/ BMU
Schreiben vom 05.-09.2000, Az.: RS II 1 – 11413/28
Vollzug der Strahlenschutzverordnung, Vollzugshinweise zur unmittelbaren Wirkung der Richtlinie 96/29 EURATOM und 97/43 EURATOM
- /21/ BMU
Schreiben vom 07. Juni 1999
„Kriterien zur Beförderung von entleerten Brennelementen-Behältern, Behältern mit bestrahlten Brennelementen aus Leistungsreaktoren und Behältern mit verglasten hochradioaktiven Spaltproduktlösungen“
- /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/ Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - ChemG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. Juli 1994 (BGBl. S. 1703), zuletzt geändert durch Gesetz vom 14. Mai 1998 (BGBl. I. S. 950)
- /25/ Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. Oktober 1993 (BGBl. I. S. 1782 bzw. S. 2049) zuletzt geändert durch Gesetz vom 26. Juni 2000 (BGBl. I. S. 932)
- /26/ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) vom 12. Februar 1990 (BGBl. I. S. 205), zuletzt geändert durch Gesetz vom 18. August 1997 (BGBl. I. S. 2081)
- /27/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausführung des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPVwV) vom 18. September 1995 (GMBI. 1995 S. 671, Nr. 72)
- /28/ Gesetz zum Schutz von schädlichen Umweltwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1990 (BGBl. I. 1990 S. 880), zuletzt geändert durch Gesetz vom 03. Mai 2000 (BGBl. I. S. 633)
- /29/ KTA 1201
Anforderungen an das Betriebshandbuch; Fassung 6/98
- /30/ KTA 1202
Anforderungen an das Prüfhandbuch; Fassung 6/84

- /32/ KTA-Regel 1401:
Allgemeine Anforderung an die Qualitätssicherung, Fassung 11/86
- /33/ KTA 1404
Dokumentation beim Bau und Betrieb von Kernkraftwerken
Fassung 6/89
- /34/ KTA 2101.2
Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 2, Baulicher Brandschutz, Fassung 12/00
KTA 2101.1
Brandschutz in Kernkraftwerken, Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes,
Fassung 12/00
- /35/ KTA 2102
Rettungswege in Kernkraftwerken; Fassung 6/90
- /36/ KTA 2201 Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen,
Teil 1 Grundsätze, Fassung 6/90;
Teil 2 Baugrund, Fassung 06/90;
Teil 3 Auslegung der baulichen Anlagen (Entwurf), Fassung 06/90
Teil 4 Anforderungen an Verfahren zum Nachweis der Erdbebensicherheit für
maschinen- und elektrotechnische Anlagenteile, Fassung 06/90
- /37/ KTA 2206
Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen
Fassung 6/00
- /38/ KTA-Regel 2207:
Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser, Fassung 6/92

- /39/ KTA 3602:
Lagerung und Handhabung von Brennelementen, Steuerelementen mit Neutronenquellen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren.
KTA 3602/00/2, Fassung März 2000
- /40/ KTA-Regel 3902: Auslegung von Hebezeuge in Kernkraftwerken, Fassung 6/92
- /41/ 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, zuletzt berichtigt 09/98)
- /42/ DIN 4149, Teil 1: „Bauten in deutschen Erdbebengebieten, Lastannahmen, Bemessungen und Ausführung üblicher Hochbauten“
April 1981
- /43/ DIN 25401, Kerntechnik Begriffe, Teile 1-9, September/November 1986
- /44/ DIN 25403: Kritikalitätssicherheit bei der Herstellung und Handhabung von Kernbrennstoffen, Teil 1, Grundsätze.
Dezember 1991
- /45/ DIN 25471: Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung des Brennelementabbrandes bei der Lagerung und Handhabung von Brennelementen in Brennelementlagerbecken von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor.
September 2000
- /46/ DIN 25474: Maßnahmen administrativer Art zur Einhaltung der Kritikalitätssicherheit in kerntechnischen Anlagen ausgenommen Reaktoren. Juli 1996
- /47/ International Atomic Energy Agency: Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material. Safety Series No. 6, 1985 Edition (As Amended 1990) vgl. auch Rn Nr. 2700 der Anlage A der GGVS) sowie: Regulation for the Safe Transport of Radioactive Material (1996 Edition) revised No. TS-R-I

- /48/ IAEA Safety Series N° 116: Design of Spent Fuel Storage Facilities, 1994
- /49/ IAEA Safety Series N° 117: Operation of Spent Fuel Storage Facilities, 1994
- /50/ 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“
- /51/ Richtlinien für den Strahlenschutz des Personals bei der Durchführung von Instandhaltungsarbeiten in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktor
- Teil I Die während der Prüfung der Anlage zu treffende Vorsorge
- Teil II Die Strahlenschutz-Maßnahmen während der Inbetriebsetzung und des Betriebes der Anlage
- Rundschreiben des BMI, Teil I, 10.07.1978/RS II 3 – 515 800/5
- Rundschreiben des BMI, Teil II, 04.08.1981/RS II 3 – 515 800/5

Abweichende Meinung gemäss § 16 Abs. 4 der RSK-Satzung

betreffend

„Sicherheitstechnische Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente in Behältern“, hier Abschnitt 2.9.2 „Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen von außen“

Im Rahmen der Beratungen der RSK zum Abschnitt 2.9.2, bzgl. der Auslegung gegen zivilisatorisch bedingten Einwirkungen von Außen, haben wir uns der Mehrheitsposition, die die „Reduzierung der Schadensauswirkungen“ durch den Behälter bzw. durch eine Kombination von Behälter und Gebäude für ausreichend hält, nicht anschließen können. Im Sinn der bestmöglichen Schadensvorsorge halten wir grundsätzlich eine geeignete Auslegung des Lagergebäudes für erforderlich. Die Vorgehensweise entsprechend dem Mehrheitsbeschluss führt zu einem Abstützen auf eine u.E. komplexe Nachweisführung, bei der

- die Sicherstellung der Wärmeabfuhr aus einem teilzerstörten Gebäude mit verschütteten Behältern
- Betrachtungen von Treibstoffbränden und deren Einwirkungen auf die Behälter und deren Überwachungssysteme,

jeweils im Einzelfall für jeden neuen Behälter aufgezeigt werden muss. Darüber hinaus ist es damit erforderlich ein Maßnahmenkonzept im Bereich des Notfallmanagement zu entwerfen, um die Behälter handhabungsfähig zu machen.

Wir sehen ohne die Auslegung des Lagergebäudes gegen zivilisatorisch bedingten Einwirkungen von Außen insgesamt die Gefahr, dass sich über die vorgesehene lange Einlagerungsdauer Randbedingungen verändern, die heutige Annahmen zur Nachweisführung in Frage stellen, sodass für bereits eingelagerte Behälter kein ausreichender Schutz gegen diesen Lastfall über die Einlagerungszeit aufrechterhalten werden kann. Werden später Änderungen vorgenommen, oder erweisen sich die Transportbehälter bzgl. des Lastabtrages als punktuell nicht den Anforderungen entsprechend (Alterungseffekte, Langzeitverhalten des Materials), so besteht keine Möglichkeit, den ausreichenden Schutz bereits eingelagerter Behälter herzustellen. Damit wäre ein Zustand erreicht, den wir in einigen Fällen auch in Kernkraftwerken vorfinden, dass durch die bestehende Genehmigung ein nicht dem aktuellen Stand der Technik entsprechender Zustand akzeptiert werden muss, da keine unmittelbare Gefährdung erkennbar ist. Diese Entwicklung wird u.E. noch verschärft, da sich ggf. wirtschaftliche Bedingungen ergeben, die zu anderen Behälterkonzepten führen, die Abstriche am Nachweiskonzept mit sich bringen können.

Wir sind der Auffassung, dass die RSK in der jetzigen Phase die Möglichkeit hat, den globalen Schutz entsprechend einer bestmöglichen Schadensvorsorge festzulegen, die jetzt berücksichtigt, dass sich ggf. längerfristig die Eigenschaften der Behälter bzw. Randbedingungen der Nachweisführung ungünstig verändern können. Diese Auffassung führt uns zu der Minderheitsposition, dass wir die Auslegung des Gebäudes gegen zivilisatorisch bedingten Einwirkungen von Außen für erforderlich halten, unabhängig von der transportrechtlichen Zulassung der Behälter.

Dipl.-Phys. Richard Donderer, RSK

Dipl.-Ing. Klaus-Dieter Bandholz, RSK