

## KTA 3602

### Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren

Die nachfolgend wiedergegebene Regel wurde im Auftrag des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) von der Technischen Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e. V. (VGB) vorbereitet.

Frühere Fassungen der Regel: 6/82 (BAnz. Nr. 173a vom 17.09.1982)  
6/84 (BAnz. Nr. 191 vom 09.10.1984, Beilage 51/84)  
6/90 (BAnz. Nr. 41a vom 28.02.1991)

#### Inhalt

|  | Seite |
|--|-------|
| Grundlagen .....   | 2     |
| 1 Anwendungsbereich .....  | 2     |
| 2 Begriffe .....   | 2     |
| 3 Trockene Lagerung und Handhabung von unbestrahlten Brennelementen.....   | 3     |
| 3.1 Anordnung, Auslegung und Ausrüstung von Lagern für unbestrahlte Brennelemente .....  | 3     |
| 3.2 Umgang mit unbestrahlten Brennelementen.....   | 4     |
| 4 Nasse Lagerung und Handhabung von unbestrahlten und bestrahlten Brennelementen.....  | 6     |
| 4.1 Anordnung von Brennelementlagerbecken .....  | 6     |
| 4.2 Auslegung von Brennelementlagerbecken.....   | 6     |
| 4.3 Ausrüstung von Lagerbecken und Lagergebäude.....   | 9     |
| 4.4 Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen<br>in Lagerbecken und beim Brennelementwechsel..... | 10    |
| 4.5 Beladen und Transport von Brennelement-Transportbehältern .....  | 12    |
| 5 Lagerung und Handhabung von Neutronenquellen.....  | 13    |
| 5.1 Einrichtungen .....  | 13    |
| 5.2 Organisatorische Maßnahmen .....   | 13    |
| 6 Prüfungen der Einrichtungen zur Lagerung und Handhabung sowie Dokumentation.....   | 13    |
| 6.1 Allgemeines .....  | 13    |
| 6.2 Prüfungen vor Errichtung.....  | 13    |
| 6.3 Begleitende Kontrollen .....   | 14    |
| 6.4 Wiederkehrende Prüfungen .....   | 14    |
| 6.5 Dokumentation .....  | 14    |
| Anhang: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird.....  | 15    |

## Grundlagen

(1) Die Regeln des KTA haben die Aufgabe, sicherheitstechnische Anforderungen anzugeben, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz), um die im Atomgesetz und in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) festgelegten sowie in den „Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke“ und den „Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 StrlSchV“ weiter konkretisierten Schutzziele zu erreichen.

(2) Der Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen nach § 7 Atomgesetz für die Errichtung und den Betrieb der Anlage dienen unter anderem Einrichtungen zur Rückhaltung fester, flüssiger und gasförmiger radioaktiver Stoffe in den vorgesehenen Umschließungen, zur Handhabung und kontrollierten Führung der radioaktiven Stoffe innerhalb der Anlage sowie zur Abgabe radioaktiver Stoffe auf hierfür vorgesehenen Wegen. In den KTA-Regeln der Reihe 3600 werden an diese Einrichtungen sicherheitstechnische Anforderungen gestellt.

(3) Diese Regel enthält Anforderungen an technische Einrichtungen und ergänzende organisatorische Maßnahmen, deren Erfüllung bei Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen sowie bei Auslegung der Baulichkeiten und Einrichtungen dazu dient, die Schutzziele insbesondere des zweiten Teils der Strahlenschutzverordnung zu erreichen.

(4) Anforderungen an die Qualitätssicherung sind in KTA 1401 „Allgemeine Forderungen an die Qualitätssicherung“ geregelt.

## 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Regel ist anzuwenden auf die Handhabung und Lagerung

- unbestrahlter und bestrahlter Brennelemente,
  - weiterer Brennstabanordnungen (z. B. Brennstabköcher) und einzelner Brennstäbe,
  - zugehöriger Einrichtungen
- in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren.

(2) Für sonstige Teile und Einrichtungen, die aus betrieblichen Gründen in den Brennelementlagern aufbewahrt werden, ist diese Regel ebenfalls anzuwenden.

(3) Nicht anzuwenden ist die Regel auf die trockene Lagerung abgebrannter Brennelemente, z. B. in Transport- und Lagerbehältern, und die damit verbundene Handhabung.

## 2 Begriffe

(1) Anrechnung des Brennelementabbrandes  
Unter Anrechnung des Brennelementabbrandes wird die Berücksichtigung der durch den Abbrand bewirkten Reaktivitätsabnahme bestrahlter Brennelemente verstanden.

### Hinweis:

Bei Brennelementen, die im unbestrahlten Zustand abbrennbare Neutronengifte aufweisen, kann es zunächst zu einem Anstieg der Reaktivität mit dem Abbrand kommen.

(2) Bestrahlte Brennelemente

Bestrahlte Brennelemente sind Brennelemente, die an einer Leistungserzeugung in einer kritischen Anordnung beteiligt waren.

(3) Brennelemente mit rezykliertem Uran

Brennelemente mit rezykliertem Uran enthalten Brennstoff, der ganz oder teilweise aus Uran besteht, das aus abgebrannten Brennelementen wiedergewonnen wurde.

### Hinweis:

Derartige Brennelemente werden üblicherweise als WAU- (Wie-

derangereichertes Alt-Uran) oder ERU-Brennelemente (Enriched Reprocessed Uranium) bezeichnet.

(4) Brennelementwechsel

Der Brennelementwechsel ist die Gesamtheit aller Arbeiten, die zum Umsetzen von Brennelementen im Kern oder für den Ersatz bestrahlter oder defekter Brennelemente notwendig sind.

(5) Kombinierte Lagerung von Brennelementen

Die kombinierte Lagerung von Brennelementen bezeichnet eine gemeinsame Lagerung bestrahlter Brennelemente aus verschiedenen Reaktoren in gegebenenfalls unterschiedlich ausgerüsteten Gestellen.

(6) Mehr-Zonen-Lager

Ein Mehr-Zonen-Lager für bestrahlte Brennelemente ist ein Lager mit separaten Zonen, die sich hinsichtlich des Mindestabbrands der einzulagernden Brennelemente unterscheiden.

(7) Mindestabbrand

Der Mindestabbrand ist derjenige Brennelementabbrand, den die Brennelemente zur kritikalitätssicheren Handhabung oder Lagerung aufweisen müssen, um in einer dafür ausgelegten Einrichtung gehandhabt oder gelagert werden zu dürfen.

### Hinweis:

Der Mindestabbrand wird üblicherweise als Funktion des Spaltstoff-Anfangsinventars der Brennelemente angegeben. Er hängt außerdem von den konstruktiven Merkmalen der Brennelemente und der jeweiligen Einrichtung zur Handhabung oder Lagerung der Brennelemente ab.

(8) Mischoxid-Brennelemente

Mischoxid-Brennelemente, im folgenden MOX-BE genannt, sind Brennelemente, deren Kernbrennstoff aus einer Mischung von Plutonium- und Uranoxid besteht.

(9) Operative Zone

Die operative Zone eines Mehr-Zonen-Lagers ist die Zone, in der die Lagergestelle so ausgelegt sind, dass sie Brennelemente des reaktivsten Typs aufnehmen können, die unbestrahlt sind oder die sich bei anfänglichem Vorhandensein abbrennbarer Neutronengifte im Zustand ihrer maximalen Reaktivität unter Lagerbedingungen befinden.

### Hinweis:

Die operative Zone (auch „Zone 1“ genannt) dient u. a. der Bereitstellung von Brennelementen für den Brennelementwechsel, der Entladung von Brennelementen aus dem Reaktor ohne Berücksichtigung des erreichten Abbrandes sowie auch der Lagerung von Brennelementen, die nicht in den anderen Zonen gelagert werden können oder sollen.

(10) Schleuswagen

Schleuswagen sind Wagen, die zum Transport von Gegenständen aus dem oder in den Sicherheitsbehälter benutzt werden.

(11) Schütz (Stahlwasserbau)

Als Schütz wird eine Komponente bezeichnet, die zur dichten Absperrung verschiedener Becken von einander dient, z. B. Brennelement-Lagerbecken, Reaktorraum, Abstellraum, Transportbehälter-Abstellbecken.

### Hinweis:

Je nach Anlage und Einsatzort werden für den Begriff Schütz auch Begriffe wie Schleusentor, Dichtschütz, Trennschütz verwendet.

(12) Transport

a) Innerbetrieblicher Transport

Innerbetrieblicher Transport ist jeder Transport, bei dessen Durchführung das Transportgut das Werksgelände nicht verlässt.

b) Außerbetrieblicher Transport

Der Transport von bestrahlten Brennelementen außerhalb abgeschlossener Werksgelände auf öffentlichen Transportwegen ist ein außerbetrieblicher Transport.

**(13) Trockenlager**

Ein Trockenlager ist eine Einrichtung zur trockenen Lagerung unbestrahlter Brennelemente.

**(14) Umsetzen von Brennelementen**

Das Umsetzen von Brennelementen ist das Verbringen von Brennelementen zwischen dafür vorgesehenen Positionen innerhalb geschlossener Gebäude.

**(15) Zugehörige Einrichtungen**

Zu den zugehörigen Einrichtung gehören Kernbauteile und sonstige Bauteile wie z. B. Steuerelemente, Drosselkörper, Vergiftungs- und Blindelemente, Brennelementkästen und Kastenbefestigungen, Neutronenquellen, neutronenabsorbierende Einsätze der Brennelemente und Messlanzen. Zugehörige Einrichtungen von Brennelementen kommen zum Einsatz im Reaktorkern oder bei der Brennelementhandhabung und können im Brennelementlagerbecken gelagert werden.

### 3 Trockene Lagerung und Handhabung von unbestrahlten Brennelementen

#### 3.1 Anordnung, Auslegung und Ausrüstung von Lagern für unbestrahlte Brennelemente

##### 3.1.1 Anordnung von Lagern für unbestrahlte Brennelemente

(1) Lager müssen gegen den Zutritt Unbefugter gesichert werden können.

(2) Ein Lagerraum darf nicht Teil des Zugangs zu anderen Betriebsräumen sein. Betriebliche Arbeiten in anderen Betriebsräumen dürfen nicht das Betreten eines Lagerraumes erfordern.

(3) Im bestimmungsgemäßen Betrieb des Kernkraftwerkes muss die Zugänglichkeit der Lagerräume ständig gegeben sein.

(4) Es sind Rettungswege vorzusehen. Türen im Verlauf von Rettungswegen müssen leicht zugänglich und in Fluchrichtung jederzeit ohne Hilfsmittel zu öffnen sein.

(5) Lager sind so anzuordnen, dass die Transportwege von der Auspackstation zum Trockenlager und vom Trockenlager zum Lagerbecken kurz und frei von Hindernissen sind.

##### 3.1.2 Auslegung von Lagern für unbestrahlte Brennelemente

###### 3.1.2.1 Kritikalitätssicherheit

###### 3.1.2.1.1 Grundlegende Anforderungen

###### (1) Bestimmungsgemäßer Betrieb

Zur Lagerung der Brennelemente sind Lagergestelle vorzusehen. In diesen Lagergestellen ist unter Berücksichtigung fester Zwischeneinbauten der gegenseitige Abstand der Brennelemente so zu wählen, dass der unter den Annahmen und Festlegungen in Abschnitt 3.1.2.1.2 berechnete Neutronenmultiplikationsfaktor  $k_{\text{eff}}$  für die Anordnung von Brennelementen den Wert von 0,95 nicht überschreitet, wobei Toleranzen und Rechenunsicherheiten einzubeziehen sind. Bei Nachweis konservativer Vorgehensweise genügt die Berechnung von  $k_{\infty}$ .

###### Hinweis:

Unter Toleranzen werden das funktionsbedingte Spiel sowie Schwankungen der Materialzusammensetzung und der Abmessungen von Lagergestellen und Brennelementen oder sonstigem Lagergut verstanden.

###### (2) Störfälle

Unter den Annahmen und Festlegungen in Abschnitt 3.1.2.1.2 ist nachzuweisen, dass bei Auslegungsbelegung des Lagers mit Brennelementen unter Berücksichtigung jedes einzelnen

der für dieses Lager zu unterstellenden Störfälle Unterkritikalität sichergestellt ist. Zum Nachweis der Unterkritikalität ist für den berechneten Neutronenmultiplikationsfaktor grundsätzlich 0,95 als höchstzulässiger Wert anzuwenden, wobei Rechenunsicherheiten und Toleranzen in das Ergebnis einzubeziehen sind. In begründeten Fällen (z. B. bei Handhabungsvorgängen mit geringer Zeitdauer) darf hierfür auch ein höherer Wert, höchstens jedoch 0,98, angewendet werden.

###### Hinweis:

Gesichtspunkte für die Möglichkeit einer Überschreitung von  $k_{\text{eff}} = 0,95$  sind:

- die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Störfalls,
- die Genauigkeit der Modellierung der Störfallkonfiguration,
- die Schwere der Folgen einer hypothetischen Kritikalität und
- die Qualität der Validierung des Rechensystems für die Störfallkonfiguration.

##### 3.1.2.1.2 Auslegungsannahmen und Festlegungen

(1) Für die einzulagernden Brennelemente und für die Berücksichtigung des Nuklidinventars ihres Brennstoffs gelten für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit des Lagers folgende Auslegungsannahmen und Festlegungen, von denen ohne Begründung nicht abgewichen werden darf:

- Ist die Einlagerung verschiedener Brennelementtypen vorgesehen, so ist der Brennelementtyp zugrunde zu legen, der unter den jeweiligen physikalischen und technischen Gegebenheiten zur höchsten Reaktivität führt.

###### Hinweis:

Ein Fall, bei dem z. B. von a) abgewichen werden darf, ist die Einlagerung von Sonderbrennelementen.

- Bei unterschiedlicher Häufigkeit der spaltbaren Nuklide innerhalb eines Brennelementes darf eine homogene Isotopenhäufigkeit des Spaltstoffes oder der Spaltstoffe im Brennelement angenommen werden, wenn diese bezüglich der Reaktivität abdeckend ist.
- Neutronengifte, soweit sie fester Bestandteil des unbestrahlten Brennstoffs sind, dürfen unter Beachtung ihrer räumlichen Verteilung berücksichtigt werden.

(2) Für Moderations- und Reflexionsbedingungen gelten folgende Festlegungen:

- Für den bestimmungsgemäßen Betrieb ist von den in diesem Betriebszustand möglichen Moderations- und Reflexionsbedingungen auszugehen, die zum höchsten Neutronenmultiplikationsfaktor führen.
- Abdeckend für alle Störfälle mit Moderationsänderung (z. B. Eintrag von Wasser, Dampf, Löschmittel) ist eine Moderation mit reinem Wasser derjenigen Dichte anzunehmen, die zum höchsten Neutronenmultiplikationsfaktor führt.

(3) Für die Berücksichtigung neutronenabsorbierender Bauteile oder Einsätze des Lagers oder der Brennelemente gelten folgende Festlegungen:

- Neutronenabsorbierende Bauteile des Lagers und der Brennelemente dürfen dann in der Berechnung berücksichtigt werden, wenn sie fester Bestandteil der Lagereinbauten oder der Brennelemente sind und ihre Neutronenabsorptionsfunktionen für die Einsatzdauer nachgewiesen sind.
- Neutronenabsorbierende Einsätze in den Brennelementen dürfen dann in der Berechnung berücksichtigt werden, wenn ihr Vorhandensein sichergestellt ist und ihre Neutronenabsorptionsfunktionen für die Einsatzdauer nachgewiesen sind.

(4) Es ist eine Brennelement-Konfiguration anzunehmen, bei der auch die bestimmungsgemäße Benutzung der Übergabestation, Auspackstation und der Inspektionsstände sowie die Handhabung eines Brennelementes berücksichtigt ist (siehe Abschnitt 3.1.3.2).

**3.1.2.1.3 Anforderungen für spezielle Brennstoffanordnungen**

Für Brennstab-Konfigurationen, die im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten nach Abschnitt 3.2.4 auftreten können, sind Einzelnachweise zu führen.

**3.1.2.2 Schutz gegen Erdbeben**

Lager für unbestrahlte Brennelemente sind nach KTA 2201.1 auszulegen.

**3.1.2.3 Schutz gegen Überflutung**

(1) Es sind konstruktive Maßnahmen gegen Überflutung des Lagerraumes vorzusehen, sofern nicht eine Überflutung durch die bauliche Anordnung ausgeschlossen ist.

(2) Wasserführende Leitungen dürfen nicht durch den Lagerraum hindurchgeführt werden.

(3) Ist eine Wand des Lagerraumes gleichzeitig Wand des Brennelementlagerbeckens oder eines anderen Lagerbeckens, so sind für diese Wand die Anforderungen nach KTA 2201.1 Klasse I zu erfüllen. Eine Überflutung des Lagerraums ist dann nicht zu unterstellen.

**3.1.2.4 Brandschutz**

Die Anforderungen nach KTA 2101.3 sind einzuhalten.

**3.1.3 Ausrüstung von Lagern für unbestrahlte Brennelemente****3.1.3.1 Lagervorrichtungen**

(1) Die Lagervorrichtungen sind auf statische Belastung auszulegen. Dabei sind alle Betriebslasten, auch bei unsymmetrischer Belastung, zu berücksichtigen. Unter Berücksichtigung aller Betriebslasten darf die sich aus der Berechnung für den statischen Belastungsfall ergebende Spannung die in DIN 18800-1 und DIN 18801 für den Lastfall H genannten Werte nicht übersteigen. Für dort nicht aufgeführte Werkstoffe sind die zulässigen Spannungen in Anlehnung an DIN 18800-1 und DIN 18801 zu ermitteln.

(2) Es ist gleichzeitiges Auftreten der folgenden Belastungen zu unterstellen:

- a) Lasten aller auslegungsgemäß einlagerbaren Brennelemente und zugehörigen Einrichtungen und
- b) Lasten aus Transportmitteln.

(3) Die Halterungen für Brennelemente an den Lagervorrichtungen müssen so konstruiert sein, dass ihre Funktion und Stellung für das Bedienungspersonal unmittelbar erkennbar sind.

(4) Werden die Brennelemente nicht in Schächten gelagert, so sind Sicherungen vorzusehen, die in der geschlossenen Stellung einzeln verriegelbar sind. Die Verriegelung muss für das Bedienungspersonal erkennbar sein.

(5) Halterungen und Sicherungen müssen so gestaltet sein, dass Beschädigungen von Brennelementen bei sachgemäßer Handhabung ausgeschlossen werden können.

**3.1.3.2 Übergabepositionen, Inspektionsstände**

(1) Soweit für den Transport der Brennelemente von der Auspackstation zu den Lagerpositionen im Lager für neue Brennelemente oder von diesen Lagerpositionen zum Lagerbecken oder zum Reaktor mehr als ein Hebezeug benutzt werden muss, ist eine Übergabeposition vorzusehen, in der ein Brennelement von dem abgebenden Hebezeug abgesetzt werden kann, bevor es vom weitertransportierenden Hebezeug aufgenommen wird.

(2) Die Übergabeposition muss die Anforderungen nach Abschnitt 3.1.3.1 (1) erfüllen. Gleiches gilt, sofern vorhanden, auch für Inspektionsstände für unbestrahlte Brennelemente.

**3.1.3.3 Brandschutzeinrichtungen**

**Hinweis:**

Anforderungen an den Brandschutz sind in KTA 2101.1, KTA 2101.2 und KTA 2101.3 geregelt.

(1) Das Trockenlager ist mit einer Brandmeldeanlage nach DIN VDE 0833-1 zur Früherkennung von Bränden auszustatten. Es sind mindestens zwei automatische Melder mit unterschiedlichen Auslösekriterien vorzusehen.

(2) Löschvorschriften, Löschgeräte und Löschmittel sind außerhalb des Trockenlagers in Zugangsnähe anzuordnen. Es sind nur solche Löschmittel vorzusehen, deren Wirksamkeit für die vorhandenen Brandgüter erwiesen ist und die bei der Kritikalitätsuntersuchung nach Abschnitt 3.1.2.1 berücksichtigt wurden.

**3.1.3.4 Kommunikationsmittel**

Für Kommunikationsmittel gelten die Anforderungen der Regel KTA 3901.

**3.1.4 Hebezeuge und Transporteinrichtungen für die Handhabung von unbestrahlten Brennelementen**

(1) Hebezeuge und Anschlagmittel zum Entladen und innerbetrieblichen Transport von verpackten oder unverpackten unbestrahlten Brennelementen müssen den Anforderungen von KTA 3902 genügen.

(2) Lastanschlagpunkte an den Brennelementen und Handhabungseinrichtungen müssen den Anforderungen von KTA 3905 genügen.

(3) Wird für Transporte ein Fahrzeug vorgesehen, so muss dieses für das Gewicht und die Größe der zu transportierenden Stücke ausreichend dimensioniert sein. Die zu transportierenden Stücke müssen so gesichert werden können, dass sie nicht herabfallen oder kippen können.

**3.1.5 Lüftungstechnische Einrichtungen**

(1) Sind ständige Trockenlager für unbestrahlte MOX-BE Teile von Kontrollbereichen mit kontrollierter Luftführung, so bedarf es keiner gesonderten Lüftungsanlage.

(2) Sonstige ständige Trockenlager für unbestrahlte MOX-BE sind mit einer Einrichtung zu versehen, die mindestens zwei Brennelemente aufnehmen kann und die so ausgerüstet ist, dass bei Bedarf eine Entlüftung über Schwebstofffilter nach DIN EN 1822-1 Filterklasse H13 durchgeführt werden kann.

**3.2 Umgang mit unbestrahlten Brennelementen**

**Hinweis:**

Der Transport von unbestrahlten Brennelementen außerhalb abgeschlossener Werksgelände auf öffentlichen Transportwegen bedarf der Genehmigung durch die vom Gesetzgeber benannte Stelle. Die Abwicklung erfolgt nach den in der Transportgenehmigung vorgegebenen Regelungen (insbesondere anzuwendende Transportvorschriften und Nebenbestimmungen der Genehmigung).

**3.2.1 Innerbetrieblicher Transport**

(1) Der Transport unbestrahlter Brennelemente innerhalb abgeschlossener Werksgelände ist durch die Anlageneignung zu regeln.

(2) Für den Transport oder die Handhabung unbestrahlter verpackter oder unverpackter Brennelemente sind nur Hebe-

zeuge, Anschlagmittel oder Fördermittel zu verwenden, die den Anforderungen von KTA 3902 genügen.

(3) Wird für den Transport ein Fahrzeug oder eine Palette verwendet, so muss das Transportgut so gesichert sein, dass es unter den Bedingungen des vorgesehenen Transports nicht herabfallen oder kippen kann.

(4) Werden Brennelemente außerhalb von Gebäuden transportiert, so sind sie so zu verpacken, dass eine Verschmutzung und versehentliche Beschädigung vermieden werden.

(5) Innerbetriebliche Transporte unbestrahlter Brennelemente oder einzelner Brennstäbe sind zu protokollieren. Der Ablauf ist so mit anderen betrieblichen Maßnahmen abzustimmen, dass die Transporte unbehindert ablaufen können.

### 3.2.2 Eingangskontrolle

(1) Nach Eingang sind der Transportbehälter mit MOX-BE oder Brennelementen mit rezykliertem Uran und die darin enthaltenen Brennelemente stichprobenweise auf Oberflächenkontamination zu prüfen.

(2) Der Transportbehälter ist vor und nach dem Öffnen des Deckels auf mögliche Transportschäden zu überprüfen. Es ist zu überprüfen, ob die Beschleunigungsüberwachung (z. B. Beschleunigungsmesser, Anschlagindikatoren) ausgelöst hat.

(3) Nach Entnahme aus der Transportverpackung sind Brennelemente oder Brennstäbe auf Transportschäden und visuell auf Einhaltung des ordnungsgemäßen Zustandes zu kontrollieren. Die Ergebnisse dieser Kontrolle sind zu protokollieren. Die Kennzeichen der Brennelemente oder Brennstäbe sind mit den entsprechenden Angaben auf den Begleitpapieren zu vergleichen und zu protokollieren.

(4) Die Kontrolle muss mindestens umfassen eine visuelle Prüfung

- a) der Brennelementaußenseite oder, bei bekastet ausgelieferten SWR-Brennelementen, der Oberfläche der Brennelementkästen
- b) und - soweit zugänglich - der Kühlkanäle, Abstandshalter und Zentrierbohrungen im Kopf und Fuß von Brennelementen auf Freiheit von Fremdkörpern.

(5) Werden Abweichungen vom ordnungsgemäßen Zustand festgestellt, so hat der Genehmigungsinhaber die sicherheitstechnischen Konsequenzen zu überprüfen und nötige Abhilfemaßnahmen einzuleiten.

### 3.2.3 Lagerung im Lager für unbestrahlte Brennelemente

(1) Das Lager für unbestrahlte Brennelemente darf außer für die Lagerung von Brennelementen nur zur Lagerung von Lagergut benutzt werden, für das es auslegungsgemäß vorgesehen wurde.

(2) Brennelemente und sonstiges Lagergut dürfen im Lager für unbestrahlte Brennelemente nur in den jeweils dafür vorgesehenen Positionen gelagert werden.

(3) Innerhalb des Lagers für unbestrahlte Brennelemente darf zu jedem Zeitpunkt nur ein Brennelement umgesetzt oder, sofern die Entnahme aus den Transportbehältern auslegungsgemäß im Lager vorgesehen ist, ein beladener Transportbehälter mit Hebezeugen oder Transportwerkzeugen transportiert werden.

(4) Über die im Lager für unbestrahlte Brennelemente gelagerten Brennelemente und sonstiges Lagergut sind Belegungspläne oder -listen mit Angabe der jeweiligen Kennzeichnung und Lagerposition zu führen.

(5) Bei den im Lager für unbestrahlte Brennelemente gelagerten Brennelementen müssen Halterungen und Sicherungen der Lagergestelle stets wirksam sein.

(6) Im Lager für unbestrahlte Brennelemente sind Arbeiten grundsätzlich unzulässig, die nicht im Zusammenhang mit der Lagerung und Handhabung der Brennelemente oder des sonstigen Lagergutes oder mit Instandhaltungsarbeiten an Lagergut oder Lagereinrichtungen stehen. In Sonderfällen, z. B. Beobachtung des Nasslagerraumes durch Unterwasserfenster, darf von dieser Vorschrift abgewichen werden, wenn sichergestellt ist, dass gelagerte Brennelemente nicht beschädigt werden oder Fremdkörper nicht in sie hineingelangen.

(7) Bei notwendigen Arbeiten an Lagereinrichtungen, z. B. Wartung von Hebezeugen, muss sichergestellt sein, dass weder gelagerte Brennelemente beschädigt werden noch Fremdkörper in sie hineingelangen.

(8) Im zugänglichen Bereich um MOX-BE oder Brennelemente mit rezykliertem Uran ist in geeignet festzulegenden Zeitintervallen (z. B. halbjährlich) die Ortsdosisleistung zu prüfen.

(9) Eine Erhöhung der Ortsdosisleistung infolge der Einlagerung von MOX-BE oder Brennelementen mit rezykliertem Uran im Trockenlager oder in den angrenzenden Räumen oder Verkehrswegen außerhalb des Trockenlagers über die Grenzen der jeweiligen Raumklassifizierung hinaus ist deutlich kenntlich zu machen oder es sind Abschirmmaßnahmen an den Lagerplätzen oder Lagerbereichen vorzunehmen. Bei der Anwendung von Abschirmungsmaßnahmen sind die Auswirkungen auf die Kritikalitätssicherheit entsprechend 3.1.2.1.2 (2) zu berücksichtigen.

### 3.2.4 Instandhaltungsarbeiten an unbestrahlten Brennelementen

(1) Vor Instandhaltungsarbeiten sind für die Brennelemente und Brennstäbe geeignete Positionen festzulegen.

(2) Für Instandhaltungsarbeiten ist der Nachweis der Kritikalitätssicherheit nach den Anforderungen und Festlegungen in 3.1.2.1 zu führen.

(3) Instandhaltungsarbeiten sind nach Arbeitsvorschriften durchzuführen, die mindestens folgende Punkte erfassen müssen:

- a) vorgesehene Arbeitsschritte,
- b) zu beachtende Sicherheitsvorschriften und
- c) Prüfungen nach Beendigung der Arbeitsschritte.

(4) Die Arbeitsschritte sind zu protokollieren.

(5) Nach Abschluss der Arbeiten ist eine visuelle Inspektion des Brennelementes durchzuführen. Das Ergebnis dieser Prüfung ist zusammen mit Angaben über Art und Umfang der instandgesetzten oder ausgetauschten Komponenten des Brennelementes zu protokollieren.

### 3.2.5 Vorbereitung zum Abtransport

#### Hinweis:

Der Abtransport unbestrahlter Brennelemente wird hier betrachtet, weil er z. B. als Folge eines Befundes bei der Eingangskontrolle notwendig sein kann.

(1) Das Einladen eines Brennelementes in einen Behälter ist mit Brennelementekennzeichen und Behälternummer zu protokollieren.

(2) Die verschlossenen Behälter sind vor dem Abtransport auf die Einhaltung der anzuwendenden Regelungen (insbesondere anzuwendende Transportvorschriften und Nebenbestimmungen der Genehmigung) zu überprüfen.

(3) Beladene Behälter sind vor dem Transport so zu verschließen und zu sichern, dass jederzeit während des Transports oder nach dem Transport prüfbar ist, ob ein Behälter nach dem Verschließen nochmals geöffnet wurde.

(4) Innerhalb des Werksgeländes abgestellte beladene Behälter sind durch geeignete Maßnahmen gegen unbefugten Zugriff zu sichern.

### 3.2.6 Arbeiten an unbestrahlten MOX-BE

Bei Arbeiten an unbestrahlten MOX-BE entsprechend den Abschnitten 3.2.1 bis 3.2.5 sowie beim Einsetzen von MOX-BE in das Brennelementlagerbecken sind für das ausführende Personal Atemschutzmasken vor Ort bereitzuhalten.

## 4 Nasse Lagerung und Handhabung von unbestrahlten und bestrahlten Brennelementen

### 4.1 Anordnung von Brennelementlagerbecken

- (1) Brennelementlagerbecken sind innerhalb abgeschlossener Gebäude in Kontrollbereichen anzuordnen.
- (2) Im bestimmungsgemäßen Betrieb des Kernkraftwerkes müssen Brennelementlagerbecken ständig zugänglich sein.
- (3) Die Anordnung der Brennelementlagerbecken ist so zu wählen, dass Transporte von Lasten, die nicht mit der Handhabung von Brennelementen zusammenhängen, nicht über das Brennelementlagerbecken führen müssen, sofern ein Absturz dieser Lasten nach KTA 3902 nicht ausgeschlossen werden kann.

### 4.2 Auslegung von Brennelementlagerbecken

#### 4.2.1 Fassungsvermögen

- (1) Das Platzangebot im Lagerbecken muss auslegungsgemäß folgenden Anforderungen genügen:
  - a) Die Anzahl der Brennelement-Lagerpositionen muss mindestens einer Kernladung und einer Nachlademenge entsprechen. Für eine unplanmäßige Auslagerung des Reaktorkerns ist durch Freihalten von Lagerpositionen im Lagerbecken oder durch kurzfristig verfügbare Maßnahmen (z. B. Behälter für die Aufnahme von Brennelementen) Vorsorge zu treffen.
  - b) Für einen Transportbehälter für bestrahlte Brennelemente und dessen Handhabung ist ein geeigneter Platz vorzusehen; dafür kann auch ein eigenes Becken vorgesehen werden.
  - c) Auch bei Belegung aller Lagerpositionen müssen die zum Beladen des Reaktors oder eines Transportbehälters nötigen Arbeiten unter Einhaltung der Vorschriften der Strahlenschutzverordnung möglich sein.
- (2) Für die Aufnahme von Brennelementen sind definierte und bezeichnete Lagerpositionen vorzusehen.

#### Hinweis:

Unter „bezeichnete Lagerpositionen“ wird auch die Kennzeichnung in Beckenbelegungsplänen verstanden.

- (3) Für die Aufnahme von Behältern für einzelne Brennstäbe und für zu Brennelementen gehörige Einrichtungen sind definierte Lagerpositionen vorzusehen, soweit derartige Teile bei dem bestimmungsgemäßen Betrieb des Kernkraftwerkes zur Lagerung anfallen und unabhängig von den Brennelementen gelagert werden müssen.
- (4) Für Werkzeuge und Einrichtungen zur Brennelementhandhabung sowie für Instandsetzungs- und Prüfeinrichtungen für Brennelemente und zugehörige Einrichtungen ist ausreichend Platz vorzusehen.

#### 4.2.2 Belastungen aus Kühlmittel und Lagergut

- (1) Für die mechanische Auslegung des Brennelementlagerbeckens gilt KTA 2502.
- (2) Die vom Lagerbecken herrührenden Störfallauswirkungen sind bei der Auslegung auch derjenigen sicherheitstechnischen Einrichtungen zu berücksichtigen, die zur Beherrschung dieses Störfalles in anderen Anlagenbereichen dienen.

### 4.2.3 Temperaturgrenzen

Für die einzuhaltenden Temperaturgrenzen des Lagerbeckens gilt KTA 3303.

### 4.2.4 Abschirmungen des Lagerbeckeninhaltes

- (1) Für die Auslegung der Abschirmung ist anzunehmen, dass alle für die Aufnahme von Brennelementen vorgesehenen Positionen mit Brennelementen belegt sind, die aufgrund charakteristischer Leistungsgeschichten die höchste zu erwartende Quellstärke aufweisen und die aufgrund des Entladevorganges die geringst mögliche Abklingzeit haben.
- (2) Die Beton- und Wasserabschirmung des Lagerbeckens sind so zu bemessen, dass in den angrenzenden Räumen die Ortsdosisleistungen eingehalten werden, die aufgrund der Raumklassifikation nach KTA 1301.1 vorgegeben sind.
- (3) Am Lagerbecken ist eine Füllstandsmessung mit Anzeige und Alarm in der Kernkraftwerkswarte oder Blockwarte vorzusehen.

### 4.2.5 Wasserqualität

- (1) Es ist eine Reinigungsanlage vorzusehen und so ausulegen, dass
  - a) radioaktive, ionale und feste Verunreinigungen aus dem Kühlmittel, vor allem aus dem oberen Bereich, entfernt werden können,
  - b) die im jeweiligen Betriebshandbuch anzugebenden Grenzwerte für die Qualität des Beckenwassers (z. B. Borkonzentration und pH-Wert) eingehalten werden können und
  - c) Schwebstoffe, die die Sichtverhältnisse beeinträchtigen, entfernt werden können.
- (2) Es sind Einrichtungen oder Geräte vorzusehen, um Oberflächenverunreinigungen des Beckenwassers entfernen zu können.
- (3) Für Arbeiten, bei denen mit erhöhter lokaler Freisetzung von radioaktivem Material oder Schwebstoffen gerechnet werden muss, z. B. bei Brennelementinstandsetzungen, ist vorzusehen, dass das Beckenwasser örtlich abgesaugt und der Reinigung zugeführt wird oder mit örtlichen Reinigungsgeräten aufgenommen werden kann.

### 4.2.6 Kritikalitätssicherheit

#### 4.2.6.1 Lagerung von Brennelementen

##### Hinweis:

Die Anforderungen dieses Abschnitts sind zur Information im Blockdiagramm in **Bild 4-1** zusammengefasst.

##### 4.2.6.1.1 Grundlegende Anforderungen

#### (1) Bestimmungsgemäßer Betrieb

In den Lagergestellen für Brennelemente ist unter Berücksichtigung des Kühlmittels und fester Zwischeneinbauten der gegenseitige Abstand der Brennelemente so zu wählen, dass der unter den Annahmen und Festlegungen in 4.2.6.1.2 berechnete Neutronenmultiplikationsfaktor  $k_{\text{eff}}$  für die Anordnung von Brennelementen den Wert von 0,95 nicht überschreitet, wobei Rechenunsicherheiten und Toleranzen einzubeziehen sind. Bei Nachweis konservativer Vorgehensweise genügt die Berechnung von  $k_{\infty}$ .

##### Hinweis:

Unter Toleranzen sind das funktionsbedingte Spiel sowie Schwankungen der Materialzusammensetzung und der Abmessungen von Lagergestellen und Brennelementen oder sonstigem Lagergut (z. B. Behälter mit einzelnen Brennstäben) zu verstehen.

## (2) Störfälle

Unter den Annahmen und Festlegungen in 4.2.6.1.2 ist nachzuweisen, dass bei Auslegungsbelegung des Lagerbeckens unter Berücksichtigung jedes einzelnen der für dieses Lager zu unterstellenden Störfälle Unterkritikalität sichergestellt ist. Zum Nachweis der Unterkritikalität ist für den berechneten Neutronenmultiplikationsfaktor grundsätzlich 0,95 als höchstzulässiger Wert anzuwenden, wobei Rechenunsicherheiten und Toleranzen einzubeziehen sind. In begründeten Fällen darf für den Neutronenmultiplikationsfaktor ein höherer Wert, höchstens jedoch 0,98, zugelassen werden.

**Hinweis:**

Gesichtspunkte für die Möglichkeit einer Überschreitung von  $k_{\text{eff}} = 0,95$  sind:

- die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt eines Störfalls,
- die Genauigkeit der Modellierung der Störfallkonfiguration,
- die Schwere der Folgen einer hypothetischen Kritikalität und
- die Qualität der Validierung des Rechensystems für die Störfallkonfiguration.

(3) Die zum Nachweis der Kritikalitätssicherheit erforderliche Vorgehensweise und die dabei zu berücksichtigenden Rechenunsicherheiten und Toleranzen sind in DIN 25471 in Verbindung mit DIN 25478 festgelegt.

**4.2.6.1.2 Auslegungsannahmen und Festlegungen**

## (1) Brennelemente und Lagergestelle

Für die einzulagernden Brennelemente und für die Berücksichtigung des Nuklidinventars ihres Brennstoffs gelten für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit des Lagers folgende Auslegungsannahmen und Festlegungen, von denen ohne Begründung nicht abgewichen werden darf:

- Ist die Einlagerung verschiedenartiger Brennelemente vorgesehen, so ist das Brennelement zugrunde zu legen, das unter den jeweiligen physikalischen und technischen Gegebenheiten zum höchsten Neutronenmultiplikationsfaktor führt. Bei kombinierter Lagerung gilt diese Anforderung für jeden Gestelltyp.

**Hinweis:**

Ein Fall, bei dem z. B. von a) abgewichen werden darf, ist die Einlagerung von Sonderbrennelementen.

- Bei unterschiedlicher Häufigkeit der spaltbaren Nuklide innerhalb eines Brennelementes darf eine homogene Verteilung des Spaltstoffes oder der Spaltstoffe im Brennelement angenommen werden, wenn diese bezüglich des Neutronenmultiplikationsfaktors abdeckend ist.
- Abtrennbare Neutronengifte, soweit sie fester Bestandteil des unbestrahlten Brennstoffs sind, dürfen unter Beachtung ihrer räumlichen Verteilung berücksichtigt werden. Dabei ist ein möglicher Anstieg des Neutronenmultiplikationsfaktors mit dem Abbrand zu berücksichtigen.
- Wird das Lager als Mehr-Zonen-Lager ausgeführt, so gelten außerdem folgende Festlegungen:
  - Die Anzahl der Zonen soll höchstens drei betragen. Eine dieser Zonen ist als operative Zone auszulegen. Jede Zone muss eine räumliche Einheit für sich bilden.
  - Die Anforderung nach a) gilt nur für die operative Zone.
  - Für die Auslegung der Lagergestelle der anderen Zonen dürfen für die einzulagernden Brennelemente Mindestabbrände zugrunde gelegt werden. Diese Mindestabbrände sind als Funktion des Anfangsinventars an Spaltstoffen und der konstruktiven Merkmale der Brennelemente nach DIN 25 471 Abschnitt 4 zu bestimmen. Nuklide mit negativen Reaktivitätsbeiträgen dürfen dabei dann berücksichtigt werden, wenn die mit ihrer Verwendung verbundenen Unsicherheiten ihres Inventars und ihrer Beiträge zu  $k_{\text{eff}}$  quantifizierbar sind.

**Hinweise:**

## (1) zu MOX-Brennelementen:

Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung eines Mindestabbrandes bei MOX-Brennelementen ist aus folgenden Gründen wesentlich komplexer als bei  $\text{UO}_2$ -Brennelementen:

- die kernphysikalischen Eigenschaften der Plutoniumisotope,
- die Verwendung von Plutonium mit unterschiedlichen Isotopenzusammensetzungen und
- die inhomogene Verteilung des Anfangsinventars an Spaltstoffen in den Brennelementen

## (2) zu SWR-Brennelementen:

Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung eines Mindestabbrandes bei SWR-Brennelementen ist aus folgenden Gründen komplexer als bei DWR-Brennelementen:

- die inhomogene Verteilung des Anfangsinventars an Spaltstoffen
- die größere Vielfalt und Komplexität der konstruktiven Merkmale moderner SWR-Brennelemente
- die räumliche (axiale) und zeitliche Änderung des Dampfblasengehaltes des Moderators in einem SWR-Kern.

dd) Es sind Maßnahmen nach 4.4.1 (9) vorzusehen, die die Einhaltung dieser Mindestabbrände für die jeweilige Zone im Betrieb des Lagers sicherstellen. Die Verfahren zum Nachweis des jeweils erforderlichen Mindestabbrandes sind in DIN 25 471 Abschnitt 5.2 festgelegt.

## (2) Kühlmittel

Für die Berücksichtigung des Kühlmittels gelten folgende Auslegungsannahmen und Festlegungen:

- Die zum größten Neutronenmultiplikationsfaktor führende und unter den jeweiligen Gegebenheiten mögliche Kühlmitteldichte ist zugrunde zu legen.
- Grundsätzlich ist für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit von reinem Wasser als Kühlmittel auszugehen.
- Bei Lagerbecken mit boriertem Wasser darf für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit im bestimmungsgemäßen Betrieb ein Teil des im Beckenwassers gelösten Bors angerechnet werden. Dabei sind folgende Anforderungen zu erfüllen:
  - Unter der hypothetischen Annahme reinen Wassers darf der Neutronenmultiplikationsfaktor den Wert 0,98 nicht überschreiten.
  - Die angerechnete Borkonzentration darf nicht größer sein als die kleinste lokale Borkonzentration des Beckenwassers im Bereich der Lagergestelle, die sich aus Ereignisablaufanalysen bei Borverdünnungsvorgängen und Borverdünnungsstörfällen ergibt.
  - Es ist eine räumlich und zeitlich hinreichend auflösende Überwachung der Borkonzentration zu gewährleisten.
  - Eine durch automatisch ausgelöste Warnmeldungen nach KTA 3501 veranlasste Einspeisung von Bor ins Lagerbecken muss durch administrative oder technische Maßnahmen betrieblich sichergestellt sein. Bei der Festlegung der Warnschwelle ist die für die Störfallbeherrschung auch unter Einbeziehung von e) erforderliche Mindestborkonzentration heranzuziehen.
- Bei Mehr-Zonen-Lagerung darf eine Anrechnung des im Beckenwasser gelösten Bors nach c) nur in der operativen Zone erfolgen.
- Bei Lagerbecken mit boriertem Wasser darf für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit der Zusatz von Bor zum Beckenwasser bei solchen Störfällen angerechnet werden, bei denen das Vorhandensein der mindestens erforderlichen Borkonzentration im Beckenwasser sicher-

gestellt ist. Diese Borkonzentration ist in der Kritikalitätssicherheitsanalyse auszuweisen. Zur Sicherstellung dieser Borkonzentration sind Maßnahmen vorzusehen, die folgenden Anforderungen genügen müssen:

- ea) Es ist eine räumlich und zeitlich hinreichend auflösende Überwachung der Borkonzentration zu gewährleisten. Für eine Einspeisung von Bor ins Lagerbecken sind Kriterien für administrative oder technische Maßnahmen festzulegen.
- eb) Wenn die Analyse eines Störfalls, bei dem der Zusatz von Bor im Beckenwasser angerechnet wird, eine mindestens erforderliche Borkonzentration ergibt, die mehr als die Hälfte der betrieblichen Borkonzentration beträgt, so ist eine durch automatisch ausgelöste Warmmeldungen nach KTA 3501 veranlasste Einspeisung von Bor ins Lagerbecken durch administrative oder technische Maßnahmen betrieblich sicherzustellen. Bei der Festlegung der Warnschwelle ist die für die Störfallbeherrschung erforderliche Mindestborkonzentration heranzuziehen.

(3) Neutronenabsorbierende Bauteile

Für die Berücksichtigung neutronenabsorbierender Bauteile oder Einsätze des Lagers oder der Brennelemente gelten folgende Festlegungen:

- a) Neutronenabsorbierende Bauteile des Lagers und der Brennelemente dürfen dann in der Berechnung berücksichtigt werden, wenn sie fester Bestandteil der Lagerbeckeneinbauten oder der Brennelemente sind und ihre Neutronenabsorptionsfunktion für die Einsatzdauer nachgewiesen ist.
- b) Neutronenabsorbierende Einsätze in den Brennelementen dürfen dann in der Berechnung berücksichtigt werden, wenn ihr Vorhandensein sichergestellt ist und ihre Neutronenabsorptionsfunktion für die Einsatzdauer nachgewiesen ist.

**4.2.6.1.3 Anforderungen für spezielle Brennstoffanordnungen**

Für die Lagerung von Behältern mit einzelnen Brennstäben (z. B. Brennstabköcher, Brennstabbüchsen) sowie für die Lagerung von nicht vollständig assemblierten oder reparierten Brennelementen im Brennelement-Lagerbecken ist jeweils ein Einzelnachweis zu führen, für den die Festlegungen nach 4.2.6.1.1 und 4.2.6.1.2 sinngemäß anzuwenden sind. Für Behälter mit einzelnen Brennstäben gelten außerdem die Festlegungen nach 4.2.6.2 (4).

**4.2.6.2 Handhabung, Inspektion und Reparatur von Brennelementen**

- (1) Es sind Einzelnachweise zu führen, für die die in 4.2.6.1 getroffenen Festlegungen, soweit übertragbar, sinngemäß anzuwenden sind. Wird dabei ein Mindestabbrand der Brennelemente angerechnet, so ist für den Nachweis der Kritikalitätssicherheit im bestimmungsgemäßen Betrieb von reinem Wasser als Kühlmittel auszugehen (siehe 4.2.6.1.2 (2) b)).
- (2) Wird für die Handhabung (z. B. Transport, Umsetzung, visuelle Inspektion) von einzelnen Brennelementen beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit ein Teil des im Beckenwasser gelösten Bors angerechnet, so ist vor Beginn der Handhabungsvorgänge und in ausreichend kurzen zeitlichen Intervallen während dieser Handhabungsvorgänge eine ausreichende Borkonzentration sicherzustellen.  $k_{eff}$  darf hierbei unter der hypothetischen Annahme reinen Wassers den Wert von 0,98 nicht überschreiten.
- (3) Werden aus einem Brennelement Brennstäbe gezogen oder neutronenabsorbierende Einsätze oder Strukturteile entfernt (wie z. B. bei Reparatur oder Inspektion), so ist die damit einhergehende Änderung des Neutronenmultiplikationsfaktors zu berücksichtigen.

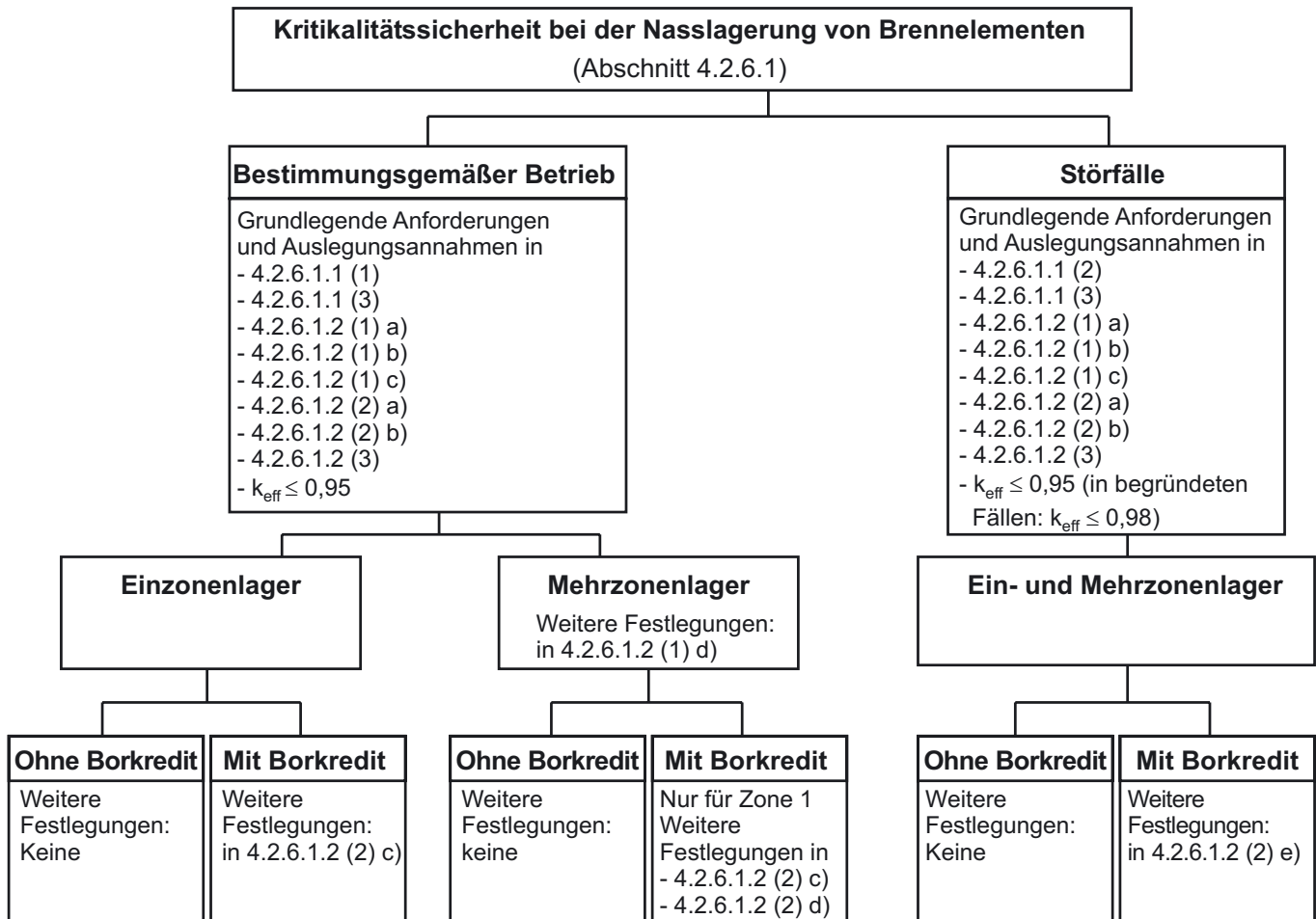


Bild 4-1: Blockdiagramm der Anforderungen des Abschnitts 4.2.6.1



(4) Für Behälter mit einzelnen Brennstäben gelten folgende Festlegungen:

- a) Es ist eine Beladung mit unbestrahlten Brennstäben zugrunde zu legen. Dabei dürfen abbrennbare Neutronengifte im Brennstoff nicht berücksichtigt werden.
- b) Es ist die Moderation zugrunde zu legen, welche zum höchsten Neutronenmultiplikationsfaktor der gegebenen Brennstabanordnung führt.

#### 4.2.7 Dichtheit

(1) Das Lagerbecken muss so wasserdicht sein, dass schädigende Einwirkungen des Lagerbeckenwassers auf die Tragkonstruktion des Beckens auszuschließen sind.

(2) Ist eine Auskleidung vorgesehen, so muss auch während des Betriebes der Anlage und bei Belegung des Beckens ihre Wasserdichtigkeit im Sinne von (1) feststellbar sein.

(3) Die Ortung und Beseitigung von Lecks muss möglich sein.

(4) Lagerbeckeneinbauten sind so anzuordnen und zu befestigen, dass hieraus keine unzulässigen Kräfte auf die Auskleidung übertragen werden können.

(5) Rohrdurchführungen sind so anzuordnen, dass bei einem Bruch der anschließenden Rohrleitungen das Lagerbecken höchstens so weit auslaufen kann, dass eine Mindestabschirmung der eingelagerten aktivierten Teile soweit sichergestellt ist, dass die Begehbarkeit der Bühne am Becken zur Einleitung von Notmaßnahmen gegeben und die Kühlung durch zusätzliche Maßnahmen möglich sind.

(6) Durch Saughebewirkung darf das Lagerbecken nur soweit entleert werden können, dass die Mindestabschirmung nach (5) und die Kühlung der im Lagerbecken abgestellten Brennelemente noch sichergestellt sind.

(7) Rohrleitungen sind so anzuordnen und an die Rohrdurchführungen anzuschließen, dass keine unzulässigen Kräfte auf die Beckenauskleidung ausgeübt werden können.

(8) Es ist ein Wasserüberlauf vorzusehen, durch den die größte Betriebszuspeisungsrate abgeführt werden kann.

(9) Am Schütz vom Lagerbecken zu anderen Becken (z. B. Abstellbecken, Reaktorraum) sind erforderlichenfalls Einrichtungen vorzusehen, mit denen Leckwasser festgestellt, aufgefangen und abgeführt werden kann, so dass z. B. ein Durchtreten von Leckwasser bis zu druckführenden Bauteilen des Primärsystems nicht unterstellt zu werden braucht.

#### 4.2.8 Konstruktion des Lagerbeckens und des Transportbehälter-Abstellplatzes

Hinweis:

Höchstzulässige Beckenwassertemperaturen sind in KTA 3303 angegeben.

(1) Die Betonkonstruktion muss die Belastung nach 4.2.2 aufnehmen.

(2) Die Konstruktion des Abstellplatzes für Brennelement-Transportbehälter ist so auszuführen, dass die auftretenden Kräfte konstruktiv direkt in den Beton eingeleitet werden. Kräfteinleitung in das Auskleidungsmaterial ist nur zulässig, wenn die Auskleidung für diese Beanspruchung ausgelegt ist (siehe 4.2.7 (4)).

(3) Das Schütz vom Lagerbecken zu anderen Becken (z. B. Abstellbecken, Reaktorraum) ist so zu konstruieren, dass

- a) es so weit wasserdicht wird, dass es den Anforderungen nach 4.2.7 (1) genügt,
- b) es den hydrostatischen Druck und die Belastung nach 4.2.2 sicher aufnehmen kann,
- c) es sicher und möglichst einfach geöffnet und geschlossen werden kann und

d) die Dichtung am Schütz auf einfache Weise und mit einfachen Mitteln auswechselbar ist.

(4) Oberflächen sind leicht dekontaminierbar zu gestalten.

#### 4.3 Ausrüstung von Lagerbecken und Lagergebäude

##### 4.3.1 Abstellplatz für Brennelement-Transportbehälter

Der zum Abstellen des Transportbehälters vorzusehende Platz ist konstruktiv so anzuordnen und zu gestalten, dass

- a) der Transportweg für den Behälter möglichst kurz ist und nicht über Gestelle für Brennelemente hinwegführt,
- b) notwendige Transportgehänge für den Behälter ungehindert an- und abgeschlagen werden können,
- c) beim Beladen des Transportbehälters ausreichende Abschirmung gegeben ist,
- d) der Behälter bei zu unterstellenden induzierten Erschütterungen nicht durch Rutschen und Kippen das Lagerbecken oder Brennelemente beschädigen kann und
- e) die Anforderung nach 4.2.7 (4) sinngemäß erfüllt ist.

##### 4.3.2 Lagergestelle

(1) Zur Aufnahme des Lagergutes sind korrosionsbeständige Einrichtungen vorzusehen.

(2) Lagergestelle für Brennelemente sind konstruktiv so anzuordnen und zu gestalten, dass

- a) im Lagerbecken die Kritikalitätssicherheit nach 4.2.6.1 sichergestellt ist,
- b) die Kühlung der gelagerten Brennelemente sichergestellt wird,
- c) sich die räumliche Anordnung und die Funktion von neutronenabsorbierenden Bauteilen, die bei der Auslegung hinsichtlich Kritikalitätssicherheit berücksichtigt wurden (siehe 4.2.6.1.2 (3)), nicht unzulässig ändern können,
- d) die Brennelemente beim Ablassen in die Gestelle gegen Beschädigung geschützt sind, wobei die Möglichkeit maßlicher Veränderungen von Brennelementen und Brennelementkästen zu berücksichtigen ist und sie kippstabil sind.

##### 4.3.3 Beleuchtung

(1) Die Lagerbeckenausleuchtung muss gute Sichtverhältnisse bei den Arbeiten im Lagerbecken sicherstellen.

(2) Bei Unterwasser-Beleuchtungskörpern muss die Lichtquelle gegen Beschädigung geschützt sein.

(3) Die Beleuchtungskörper müssen bei geflutetem Becken auswechselbar sein.

(4) Es dürfen nur Beleuchtungskörper eingebaut werden, die nach Zerstörung keinen unzulässigen Korrosionsangriff auf die vorhandenen Werkstoffe auslösen.

##### 4.3.4 Verhinderung und Beseitigung von Kontamination

(1) Der Transportbehälter ist möglichst durch geeignete Maßnahmen vor Kontamination durch das Beckenwasser zu schützen.

(2) Um erforderlichenfalls die Oberflächenkontamination so weit erniedrigen zu können, dass der Transportbehälter den Anforderungen nach 4.5.2.2 (1) genügt, sind geeignete Maßnahmen für eine Dekontamination vorzusehen.

##### 4.3.5 Handhabungseinrichtungen

(1) Handhabungseinrichtungen für Brennelemente und zugehörige Einrichtungen sind dann gegen Einwirkungen von außen und von innen ausulegen, wenn ihre Verfügbarkeit nach solchen Einwirkungen sicherheitstechnisch erforderlich ist oder wenn unzulässige Folgeschäden zu besorgen sind.

(2) Beim Einsatz von Hebezeugen oder Werkzeugen ist durch konstruktive Maßnahmen sicherzustellen, dass immer eine ausreichende Überdeckung mit Wasser zur Abschirmung gewährleistet ist.

(3) Die in Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktor betriebene Übergabestation für unbestrahlte Brennelemente muss den Anforderungen von KTA 3902 genügen.

(4) Für die in Kernkraftwerken mit Siedewasserreaktor betriebene Kastenabstreifmaschine sind die Plattform für die Brennelementaufnahme und das zugehörige Hubwerk nach KTA 3902 auszulegen.

#### 4.3.6 Geräte für die Instandsetzung und Prüfung von Brennelementen

(1) Geräte für die Instandsetzung und Prüfung von Brennelementen müssen so ausgelegt und ausgeführt sein, dass bei spezifikationsgemäßem Einsatz sowohl bei der notwendigen Brennelementhandhabung als auch beim Betrieb der Geräte eine unzulässige Strahlenbelastung oder Kontamination der beschäftigten Personen vermieden wird.

(2) Geräte für die Instandsetzung und Prüfung von Brennelementen müssen so konzipiert sein, dass eine versehentliche Beschädigung von Brennelementen verhindert wird.

(3) Diese Geräte fallen in den Anwendungsbereich von KTA 3902, sofern ein eigener Hubwerksantrieb vorhanden ist.

#### 4.3.7 Hebezeuge und Lastanschlagpunkte

Auf Hebezeuge zur Handhabung von Transportbehältern oder Brennelementen ist KTA 3902 anzuwenden. Für die Auslegung der Lastanschlagpunkte gelten die Anforderungen nach KTA 3905.

#### 4.3.8 Flurfördermittel

##### 4.3.8.1 Schleuswagen

(1) Der Schleuswagen ist für ein- und auszuschleusende Gegenstände bezüglich Abmessungen und Gewicht ausreichend zu bemessen. Hierbei ist das Stahltragwerk nach DIN 18800-1 und DIN 18801 Lastfall H auszulegen. Der Schleuswagen muss den Anforderungen in VBG 36 genügen. Als Nennlast des Schleuswagens gilt das Gewicht des schwersten ein- und auszuschleusenden Gegenstandes zuzüglich des Gehänges. Es ist ein Stoßbeiwert von 1,1 zugrunde zu legen, wenn der Stoßbeiwert nicht experimentell bestimmt wurde.

##### Hinweis:

Falls der Schleuswagen auf ein Hubgerüst verfahren wird, sind eine höhere Sicherheit nach KTA 3902 und KTA 3903 Stufe 4.2 erforderlich und geeignete QS-Maßnahmen vorzusehen.

(2) Es ist nachzuweisen, dass der unbeladene, in der vorgesehenen Dauerparkposition stehende Schleuswagen im Lastfall Sicherheitserdbeben weder die zur Beherrschung dieses Lastfalls notwendigen Anlagenteile, noch das Lagerbecken, noch die darin gelagerten Brennelemente beschädigt. Falls der mit dem Transportbehälter beladene Schleuswagen länger als über den für den betriebsüblichen An- und Abtransport notwendigen Zeitraum auf der Bedienungsbühne im Reaktorgebäude verbleiben soll, muss der gleiche Nachweis geführt werden.

(3) Es ist sicherzustellen, dass der Schleuswagen keine ungewollte Fahrbewegung bei Ladevorgängen ausführen kann.

(4) Es sind Radbruchstützen und Schienenräumer vorzusehen.

##### 4.3.8.2 Sonstige Flurfördermittel

(1) Werden für Transporte andere Fahrzeuge vorgesehen, so müssen diese für das Gewicht und die Größe der zu transportierenden Stücke ausreichend dimensioniert werden.

(2) Die zu transportierenden Stücke müssen so gesichert werden können, dass sie nicht herabfallen oder kippen können.

#### 4.3.9 Festinstallierte Strahlenschutzmessgeräte

Anforderungen an die Messstelle für die Überwachung der Ortsdosisleistung auf der Brennelementlademaschine sind in KTA 1501 geregelt.

#### 4.3.10 Rettungswege und Rettungseinrichtungen

(1) Ein Rettungsweg ist vorzusehen, freizuhalten und zu kennzeichnen, der für alle im Raum um das Lagerbecken anwesenden Personen das schnellstmögliche Verlassen des gefährdeten Bereiches sicherstellt. ASR 10/1 Nr. 2 ist einzuhalten.

(2) Vorrichtungen zum Anseilen und Rettungsringe müssen in ausreichender Anzahl vorhanden sein.

(3) Das Lagerbecken ist mit einem Geländer zu umgeben und mit einer Ausstiegshilfe zu versehen. Es sind ASR 12/1-3 Nr. 2.3 und ASR 20 einzuhalten.

#### 4.3.11 Kommunikationsmittel

(1) Anforderungen an die Kommunikationsmittel sind in KTA 3901 geregelt.

(2) Es ist für eine direkte Sprechverbindung zwischen der Brennelementwechselanlage und der zentralen Warte zu sorgen.

#### 4.4 Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen in Lagerbecken und beim Brennelementwechsel

##### 4.4.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Brennelemente und sonstiges Lagergut dürfen im Lagerbecken nur in den jeweils dafür vorgesehenen Positionen gelagert werden.

(2) Über die Belegung des Reaktors und der Lagergestelle mit Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen sind Belegungspläne oder -listen mit Angabe der jeweiligen Kennzeichnung und Lagerposition zu führen. Sonstiges Lagergut in den Lagergestellen ist ebenfalls in den Belegungsplänen aufzuführen.

(3) Bei einem Mehr-Zonen-Lager sind für jedes Brennelement das Anfangsinventar an Spaltstoffen und der Abbrand zu dokumentieren.

(4) Die Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen im Reaktordruckbehälter und im Lagerbecken darf nur nach schriftlicher Arbeitsanweisung, z. B. in Form eines Schritfolgeplans, erfolgen.

(5) Vor Beginn der Arbeiten ist die Funktionsfähigkeit der zu benutzenden Werkzeuge und Vorrichtungen sicherzustellen. Prüfungen, Änderungen und Instandsetzungen sind zu protokollieren.

(6) Ohne gesonderten Sicherheitsnachweis darf innerhalb des Lagerbeckens zu jedem Zeitpunkt höchstens ein Brennelement gehandhabt oder transportiert werden. Gleichzeitiges Handhaben von Brennelementen in der Kastenabstreifmaschine, der Inspektionseinrichtung und der Instandsetzungseinrichtung ist zulässig.

(7) Die Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen darf nur in Anwesenheit eines sachkundigen Verantwortlichen ausgeführt werden, der sich bezüglich der begleitenden Strahlenschutzmaßnahmen mit dem Strahlenschutzbeauftragten abzustimmen hat. Bei derartigen Handhabungsvorgängen müssen mindestens zwei Personen anwesend sein.

(8) Der abgeschlossene Transport oder das Umsetzen eines jeden Brennelementes oder sonstiger Lagerbelegungen

ist zu protokollieren. Die Belegungspläne sind nach Abarbeitung der Arbeitsanweisung nach (4) zu aktualisieren.

(9) Bei einem Mehr-Zonen-Lager ist sicherzustellen, dass Brennelemente, deren Abbrand zu gering ist, um sie in einer anderen Zone des Lagers lagern zu dürfen, nicht versehentlich in diese Zone umgesetzt werden können. Es ist nach DIN 25471 Abschnitt 5.1 sicherzustellen, dass mindestens zwei voneinander unabhängige, gleichzeitig wirkende und im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht zu erwartende Ereignisabläufe eintreten müssen, bevor diese Anforderung verletzt werden kann. Zu diesem Zweck sind die Anforderungen nach 4.4.2, 4.4.3.4 (2) und 4.4.4 zu erfüllen und entsprechende technische und administrative Maßnahmen (z. B. leittechnische Verriegelungen) vorzusehen.

#### 4.4.2 Einlagerung von unbestrahlten Brennelementen in ein Mehr-Zonen-Lager

(1) Eine Einlagerung unbestrahlter Brennelemente (z. B. aus dem Trockenlager) darf nur in die operative Zone erfolgen.

(2) Während der gesamten Dauer des Vorganges der Einlagerung unbestrahlter Brennelemente sind nur Umsetzungsvorgänge innerhalb der operativen Zone des Mehr-Zonen-Lagers zulässig.

#### 4.4.3 Brennelementwechsel

##### 4.4.3.1 Allgemeines

(1) Der Brennelementwechsel umfasst folgende Arbeiten:

- a) Öffnen des Reaktordruckbehälters,
- b) Umsetzen der Kerneinbauten,
- c) Umsetzen/Ein- oder Ausladen der Brennelemente,
- d) Beladungs- und Funktionsprüfungen und
- e) Schließen des Reaktordruckbehälters.

(2) Darüber hinaus können z. B. noch folgende Arbeiten notwendig werden:

- a) Inspektion von Brennelementen oder zugehörigen Einrichtungen,
- b) Austausch von zugehörigen Einrichtungen und
- c) Instandsetzung von Brennelementen oder zugehörigen Einrichtungen.

##### 4.4.3.2 Vorbereitung zum Brennelementwechsel

(1) Bei Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktor ist vor Herstellen der Verbindung zwischen Reaktorraum und Lagerbecken sicherzustellen, dass die Borkonzentration im Beckenwasser und im Reaktorraum mindestens der für den Brennelementwechsel zur Sicherstellung ausreichender Unterkritikalität festgelegten Borkonzentration im Reaktor entspricht.

(2) Vor dem Öffnen des Reaktordruckbehälters ist zur Ableitung radioaktiver Stoffe der nicht mit Kühlmittel gefüllte Teil seines Innenraumes mit Luft oder einem anderen geeigneten Gas zu spülen. Dabei soll die Kühlmitteltemperatur wenigstens 10 K über der Temperatur liegen, die anschließend bei geöffnetem Druckbehälter gehalten werden soll.

(3) Es ist sicherzustellen, dass beim Fluten keine losen Teile in den Reaktordruckbehälter gespült werden können.

##### 4.4.3.3 Maßnahmen beim Öffnen des Reaktordruckbehälters

(1) Der Reaktor ist im abgeschalteten Zustand während des gesamten Brennelementwechsels so zu sichern, dass eine ausreichende Unterkritikalität eingehalten wird und dass eine Annäherung an den kritischen Zustand messtechnisch erfasst wird (siehe KTA 3101.2).

(2) Arbeiten an Sicherheitseinrichtungen des nuklearen Dampferzeugungssystems dürfen nur dann vorgenommen werden, wenn

- a) die Funktion dieser Einrichtungen durch andere Einrichtungen oder Maßnahmen in ausreichendem Umfang erfüllt werden kann oder
- b) das Außerbetriebsetzen oder der Ausfall der Sicherheitseinrichtungen unmittelbar die sicherheitsgerichtete Funktion bewirkt (fail-safe-Prinzip) und
- c) der Betriebszustand des nuklearen Dampferzeugungssystems die Arbeiten ohne Gefährdung der Beteiligten zulässt.

(3) Beim Abnehmen der Abschirmung über dem Reaktordruckbehälter sind durch das Strahlenschutzpersonal die Dosisleistung zu messen und der Reaktorraum auf Aerosolaktivität zu überprüfen.

(4) Es sind Atemschutzgeräte bereitzuhalten.

(5) Vor Abnehmen des Reaktordruckbehälterdeckels ist sicherzustellen, dass bei abgenommenem Deckel lose Gegenstände nicht in den Reaktordruckbehälter fallen können. Die Be- und Entlüftungsöffnungen im Reaktorraum sind vor dem Fluten zu schließen.

(6) Bei Arbeiten im Bereich über dem geöffneten Reaktordruckbehälter sind nur schwimmfähige oder unverlierbare Werkzeuge und Hilfsmittel zu verwenden.

##### Hinweis:

Unter unverlierbaren Werkzeugen und Hilfsmitteln sind solche mit Sicherungen zu verstehen, die ein unbeabsichtigtes Herunterfallen oder Lösen dieser Teile von den Bedienungseinrichtungen (z. B. Kran, Hilfsbrücke, Brennelementwechselanlage) verhindern.

(7) Im Bereich über dem geöffneten Reaktordruckbehälter sind Arbeiten unzulässig, die nicht unmittelbar in Zusammenhang mit dem Brennelementwechsel oder mit Inspektion oder Wartung von sonstigen Teilen des Reaktordruckbehälters oder seiner Einbauten stehen.

(8) Wenn die für den Brennelementwechsel zu demontierenden Reaktordruckbehältereinbauten innerhalb von Reaktorraum und Absetzbecken transportiert werden, ist das Trennschütz zwischen Reaktorraum und Lagerbecken grundsätzlich geschlossen zu halten. Von dieser Regelung darf abgewichen werden, wenn die verwendeten Hebezeuge den Anforderungen nach KTA 3902 Abschnitt 4.3 genügen.

(9) Reaktordruckbehältereinbauten sind kippsicher zu lagern.

(10) Für ausreichende Abschirmung von gelagerten Reaktordruckbehältereinbauten ist zu sorgen.

##### 4.4.3.4 Wechsel der Brennelemente

(1) In einer Betriebsanweisung sind alle für den Brennelementwechsel notwendigen Arbeitsschritte, Werkzeuge und Hilfseinrichtungen festzulegen.

(2) Bei einem Mehr-Zonen-Lager dürfen die Brennelemente beim Ausladen aus dem Reaktor nur in die operative Zone des Mehr-Zonen-Lagers eingesetzt werden. Ein Umsetzen von Brennelementen aus der operativen Zone in andere Zonen des Mehr-Zonen-Lagers ist während der Arbeiten nach 4.4.3.1 (1) a) bis d) grundsätzlich nicht zulässig. Sollte aufgrund unvorhergesehener Änderungen ein Umsetzen zwischen den Zonen erforderlich sein, so sind andere Handhabungsvorgänge von Brennelementen nach 4.4.3.1 (1) b) bis d) für die Dauer dieser Umsetzoperationen zu unterbrechen.

(3) Das planmäßige Be- und Entladen des Reaktorkerns mit Brennelementen und Brennelementeinbauten ist mit einer Brennelementwechselmaschine nach KTA 3902 durchzuführen. Für Handhabungsarbeiten, die mit der Brennelementwechselmaschine nicht durchgeführt werden können, sind auch im Reaktordruckbehälter Hebezeuge nach KTA 3902 zu verwenden.

(4) Auch für das Umsetzen von Brennelementen in Lagerbecken, die bei der Handhabung nicht mit dem Reaktorraum verbunden sind, sind Hebezeuge einzusetzen, die den Anforderungen von KTA 3902 genügen.

(5) Der Fahrweg der Brennelementwechselfmaschine muss während seiner Benutzung frei von Hindernissen sein.

(6) Es dürfen keine den Arbeitsablauf gefährdenden anderen Arbeiten im Arbeitsbereich der Brennelementwechselfmaschine ausgeführt werden.

(7) Bei Arbeitspausen, bei Schicht- und Personalwechsel sind Greifer und Lastaufnahmeeinrichtungen lastfrei in eine sichere Position zu fahren.

(8) Rettungswege aus dem Bereich der Becken sind freizuhalten.

#### 4.4.3.5 Beladungs- und Funktionsprüfungen vor dem Schließen des Reaktordruckbehälterdeckels

(1) Die Beladung des Reaktors ist auf Übereinstimmung mit der geplanten Belegung hinsichtlich der Positionierung und Orientierung der Brennelemente und Brennelementeinbauten zu überprüfen und zu dokumentieren.

(2) Die Freigängigkeit der Steuerelemente ist zu überprüfen.

#### 4.4.3.6 Maßnahmen beim Schließen des Reaktordruckbehälterdeckels

(1) Es ist die Anforderung nach 4.4.3.3 (8) zu erfüllen.

(2) Beim Wiedereinsetzen von Reaktordruckbehältereinbauten und Aufsetzen des Reaktordruckbehälterdeckels sind die Betriebsanweisungen für die De- und Remontage dieser Bauteile zu beachten.

(3) Beim Entleeren von Reaktorraum und Absetzbecken ist durch den Strahlenschutz die Dosisleistung zu messen. Es sind geeignete Maßnahmen zur Minimierung der Belastung durch Aerosolfreisetzung zu treffen.

(4) Es ist sicherzustellen, dass Reaktorraum und Absetzbecken vor dem Aufsetzen der Abschirmung von Restwasser entleert, lose Teile entfernt und die Be- und Entlüftungsöffnungen im Reaktorraum geöffnet sind.

(5) Die Funktionsbereitschaft der Leckageüberwachung des Schützes ist zu überprüfen.

#### 4.4.4 Umsetzen von bestrahlten Brennelementen in einem Mehr-Zonen-Lager außerhalb des Brennelementwechsels

(1) Umsetzungen von Brennelementen zwischen mehreren Zonen sind zonenweise und zeitlich gestaffelt durchzuführen.

(2) Die Einhaltung des Mindestabbrands ist nach DIN 25471 Abschnitt 5.2 nachzuweisen.

(3) Das Doppelstörfallprinzip nach 4.4.1 (9) ist einzuhalten.

#### 4.4.5 Instandhaltung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen

##### 4.4.5.1 Inspektionen

(1) Zu Einrichtungen zur Inspektion von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen muss dem beschäftigten Personal eine Betriebsanweisung vorliegen, aus der die vorgesehene Betriebsweise im Detail ersichtlich ist.

(2) Brennelemente und zugehörige Einrichtungen dürfen für Inspektionen nur an den für ihre Aufnahme vorgesehenen Positionen im Lagerbecken abgesetzt werden.

(3) Handhabungen von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen im Rahmen von Inspektionen sind zu protokollieren.

##### Hinweis:

Als Inspektionen werden hier optische Kontrollen mit Fernglas, Fernsehanlage oder ähnliches verstanden, desgleichen zerstörungsfreie Prüfungen an Brennelementen mittels Sipping-Test, Ultraschall- und Wirbelstrommessungen oder anderer Verfahren. Ziel solcher Inspekti-

onen ist die Prüfung der Brennelemente und zugehöriger Einrichtungen auf Integrität sowie die Lokalisierung von Defekten.

#### 4.4.5.2 Instandsetzungen und Änderungen

(1) Es gelten die Anforderungen nach 3.2.4 (2) bis (5) entsprechend. Insbesondere sind bei Erstellung der Arbeitsvorschriften die Strahlenschutzmaßnahmen sorgfältig zu planen.

##### Hinweis:

Instandsetzungsarbeiten können sein:

- Austausch von Brennelementstrukturteilen,
- Auswechseln von Brennstäben,
- Umskelettierung und
- De- und Remontage von Brennelementen.

(2) Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit ist nach den Anforderungen und Festlegungen in 4.2.6.2 zu führen.

#### 4.5 Beladen und Transport von Brennelement-Transportbehältern

##### 4.5.1 Beladen von Brennelement-Transportbehältern

(1) Es dürfen nur Behälter geeigneter Bauarten beladen werden.

(2) Die Eignung ist nachzuweisen.

(3) Die Behälter müssen gemäß den entsprechenden Regelungen (z. B. Bauartzulassung nach Verkehrsrecht, Aufbewahrungsgenehmigung nach §6 AtG) gefertigt sein.

(4) Die Beladung des Transportbehälters hat auf der Grundlage eines Beladepanes und einer schriftlichen Anweisung zu erfolgen, aus denen die beabsichtigten Ortswechsel der betroffenen Brennelemente (alte Position im Lager, neue Position im Transportbehälter) ersichtlich und die zur Abfertigung notwendigen Arbeits- und Prüfschritte (siehe 4.5.2.2) beschrieben sind.

(5) Brennelement-Transportbehälter sind in der dafür vorgesehenen Position im Lagerbecken oder im separaten Transportbehälter-Abstellbecken nach Beladepan zu beladen.

##### Hinweis:

Für die Beladung von Transportbehältern gelten die in der Transportbehälterzulassung aufgeführten Regelungen und Vorschriften; diese können bezüglich der Kritikalitätssicherheit von den Anforderungen in Abschnitt 4.2.6 abweichen.

(6) Zum Be- und Entladen von Brennelement-Transportbehältern sind Hebezeuge nach KTA 3902 zu verwenden.

##### 4.5.2 Transport

##### Hinweis:

Der Transport von bestrahlten Brennelementen außerhalb abgeschlossener Werksgelände auf öffentlichen Transportwegen bedarf der Genehmigung durch die vom Gesetzgeber benannte Stelle. Die Abwicklung erfolgt nach den in der Transportgenehmigung vorgegebenen Regelungen (insbesondere anzuwendende Transportvorschriften und Nebenbestimmungen der Genehmigung).

##### 4.5.2.1 Innerbetrieblicher Transport

(1) Der innerbetriebliche Transport ist durch die Anlagenehmigung zu regeln.

(2) Wird für den Transport außerhalb des Reaktorgebäudes ein Fahrzeug verwendet, so muss es den Anforderungen von Abschnitt 4.3.8.2 genügen.

(3) Es ist ein kurzer und sicherer Weg zwischen Absende- und Empfangsstelle zu wählen; der Transport ist ohne unnötige Aufenthalte durchzuführen.

#### 4.5.2.2 Prüfungen vor dem Transport

(1) Vor dem Transport hat eine Prüfung der Beladung, der Dichtheit, der Sicherungen, des Strahlungspegels und der Kontamination stattzufinden im Hinblick auf die Einhaltung der Auflagen und Grenzwerte gemäss den je nach der Art des Transportes anzuwendenden Regelwerken aus

- a) Behälterbedienungsanleitung,
- b) Strahlenschutzverordnung,
- c) Technischen Annahmebedingungen der aufnehmenden kerntechnischen Anlage (z. B. externes Zwischenlager oder Standortzwischenlager) einschließlich der zugehörigen Ausführungsbestimmungen,

zusätzlich bei außerbetrieblichen Transporten

d) Transportgenehmigung einschließlich der zugehörigen Handhabungs- und Bedienungsanleitung für die Behälterbauart, sowie der zugehörigen Arbeitsanweisungen, Arbeits-, Montage- und Prüfvorschriften.

- (2) Die Beladung des Transportbehälters ist zu dokumentieren.
- (3) Der Transport darf nur dann durchgeführt werden, wenn die zulässigen Grenzwerte nicht überschritten und die Auflagen erfüllt sind.

#### 4.5.2.3 Handhabung des Transportbehälters

(1) Für die Handhabung und den Transport sind nur geeignet ausgelegte Hebezeuge einzusetzen, die den Anforderungen von KTA 3902 genügen.

(2) Es ist dafür zu sorgen, dass der Behälter beim Transport mit einem Kran nur auf einem festgelegten Transportweg geführt wird. Dieser soll nicht unnötig über sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen führen.

### 5 Lagerung und Handhabung von Neutronenquellen

#### 5.1 Einrichtungen

(1) Neutronenquellen sind bis zum Einsatz in den Reaktor in ihren verschlossenen Transportbehältern oder Lagerbehältern in geeigneten Räumen zu lagern. Die Neutronenquellen sind so abzuschirmen, dass die für den Lagerraum festgelegte Dosisleistung nicht überschritten wird.

(2) Für die Lagerräume der Neutronenquellen sind sinngemäss die Anforderungen der Abschnitte 3.1.2 bis 3.1.4 zu erfüllen.

(3) Die Lager- und Transportbehälter für Neutronenquellen sind eindeutig, dauerhaft und sichtbar zu kennzeichnen und gegen unbefugtes Öffnen zu sichern.

#### 5.2 Organisatorische Maßnahmen

(1) Kontaminationsfreiheit und Dichtheit der frisch angelieferten Quelle hat der Anlieferer oder Absender durch Bescheinigung nach § 69 Absatz 2 StrlSchV nachzuweisen.

(2) Nach dem Eintreffen des Quellen-Transportbehälters auf dem Kraftwerksgelände sind die Gamma- und Neutronendosisleistung an der Behälteroberfläche zu messen und die Kontamination zu prüfen.

(3) Die Handhabung der Neutronenquellen darf nur durch sachkundiges Personal unter Aufsicht eines Strahlenschutzbeauftragten oder einer von ihm beauftragten Person erfolgen.

(4) Es dürfen nur solche Personen in der Nähe sein, die die Quellenhandhabung und die Strahlenschutzüberwachung benötigt werden.

(5) Die Personendosis einschließlich der Neutronendosis während der Handhabung ist nach Strahlenschutzverordnung

zu ermitteln, gegebenenfalls ist ein Kontrollbereich nach Strahlenschutzverordnung abzugrenzen.

(6) Im Lagerbecken und über dem Reaktorkern darf jeweils nur eine Neutronenquelle gehandhabt werden.

(7) Jede Neutronenquelle ist vor dem Einsetzen in den Kern zu identifizieren und auf äussere Beschädigungen zu kontrollieren.

(8) Im Reaktor aktivierte Neutronenquellen sind im Brennelement-Lagerbecken zu lagern.

### 6 Prüfungen der Einrichtungen zur Lagerung und Handhabung sowie Dokumentation

#### 6.1 Allgemeines

(1) Einrichtungen zur Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen in Kernkraftwerken unterliegen folgenden Prüfungen:

- a) Prüfungen vor Errichtung,
- b) begleitende Kontrollen und
- c) wiederkehrende Prüfungen.

(2) Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Berichten, Bescheinigungen oder Zeugnissen niederzulegen. Diese Prüfnachweise müssen alle für die durchgeführten Prüfungen wichtigen Angaben enthalten. Dazu gehören mindestens:

- a) eindeutige Angabe des Prüfobjektes,
- b) Art der Prüfung mit Angabe der zugehörigen Prüfvorschriften,
- c) Auflistung der zur Prüfung vorgelegten Unterlagen,
- d) im einzelnen durchgeführte Prüfungen und deren Ergebnisse,
- e) festgestellte Mängel, gegebenenfalls Fristen für deren Beseitigung und anschließende erneute Prüfung,
- f) zusammenfassende Bemerkungen, ob oder unter welchen Einschränkungen das Prüfobjekt den Anforderungen entspricht und bestimmungsgemäss verwendet werden darf und
- g) Name und Unterschrift des Prüfers mit Angabe von Prüfort und Prüfdatum.

(3) Der Prüfer muss alle von ihm geprüften Unterlagen einzeln mit seinem Prüfvermerk und einem Zugehörigkeitsvermerk zu dem entsprechenden Prüfnachweis versehen.

(4) Werden bereits geprüfte Unterlagen geändert, so ist hinsichtlich der Änderungen eine erneute Prüfung erforderlich.

(5) Die Prüfung von Hebezeugen zur Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen hat nach KTA 3903, die Prüfung von Lastanschlagpunkten hat nach KTA 3905 zu erfolgen.

#### 6.2 Prüfungen vor Errichtung

Vor der Erteilung einer Errichtungs- oder Änderungsgenehmigung ist zu prüfen:

- a) ob alle erforderlichen Anlagenteile und Einrichtungen für die Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen vorgesehen sind,
- b) ob die Anlagen und Einrichtungen den geltenden Vorschriften, Regeln und Richtlinien entsprechend ausgelegt sind und den sicherheitstechnischen Erfordernissen genügen und
- c) ob bei den Anlagenteilen und Einrichtungen die nach dem Prüfplan (Abschnitt 6.4) vorgesehenen wiederkehrenden Prüfungen durchgeführt werden können.

#### Hinweis:

In der „Zusammenstellung der im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen (ZPI)“ vom 20.10.82 (Bundesanzeiger Nr. 6a vom 11.01.83) sind für die verschiedenen Planungs-, Errichtungs- und Betriebszustände des Kernkraftwerks einzureichende Unterlagen aufgelistet.

### 6.3 Begleitende Kontrollen

#### 6.3.1 Umfang der begleitenden Kontrollen

(1) Die begleitenden Kontrollen müssen umfassen:

- a) Vorprüfungen,
- b) Werkstoff- und Bauprüfungen,
- c) Abnahme- und Funktionsprüfungen.

(2) Art und Umfang der Prüfungen sind in einem Prüfplan festzulegen.

#### 6.3.2 Vorprüfungen

(1) Nach Maßgabe der Festlegungen der zuständigen Behörde sind einer Vorprüfung zu unterziehen:

- a) das Lager für unbestrahlte Brennelemente und die darin enthaltenen Lager- und Transporteinrichtungen,
- b) das Brennelementlagerbecken, die Schütze, die Lagergestelle und die sonstigen Beckeneinrichtungen,
- c) der Schleuswagen,
- d) die Rettungseinrichtungen,
- e) die Werkzeuge und Vorrichtungen, die zur Brennelementhandhabung oder -instandhaltung dienen.

(2) Für die von a) bis e) genannten Einrichtungen sind Ausführungsunterlagen und gegebenenfalls Berechnungen gemäß geprüften Systemspezifikationen vorzulegen.

**Hinweis:**

Vorprüfung der Hebezeuge und Lastanschlagpunkte siehe 6.1 (5).

#### 6.3.3 Werkstoff- und Bauprüfungen

Die Fertigung und Montage von Einrichtungen zur Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen, die der Vorprüfung (Abschnitt 6.3.2) unterliegen, sind im Herstellerwerk oder auf der Baustelle zu überprüfen. Die Übereinstimmung der Anlagenteile mit den vorgeprüften Unterlagen ist zu kontrollieren. Diese Prüfungen sind von sachverständigem Personal des Betreibers oder des Herstellers und nach Maßgabe der Festlegungen der zuständigen Behörde durchzuführen.

#### 6.3.4 Abnahme- und Funktionsprüfungen

(1) Vor der Inbetriebnahme sowie nach der Instandsetzung sind Anlagenteile der Einrichtungen zur Lagerung und Handhabung von Brennelementen einer Abnahme- und Funktionsprüfung zu unterziehen. Diese Prüfungen sind von sachverständigem Personal des Betreibers oder des Herstellers und nach Maßgabe der Festlegungen der zuständigen Behörde durchzuführen.

(2) Vor den Abnahme- und Funktionsprüfungen vorgeprüfter Anlagenteile müssen die Ergebnisse der Werkstoff- und Bauprüfungen vorliegen.

Bei den Abnahme- und Funktionsprüfungen ist, soweit erforderlich, nach folgenden Unterlagen zu prüfen:

- a) Prüfprogramme,
- b) Anlagenspezifikationen,

- c) Verfahrensbeschreibungen mit -schemata,
- d) Betriebs- und Wartungsvorschriften,
- e) Transportflussschemata,
- f) Messstellen- und Verriegelungspläne,
- g) Armaturenlisten,
- h) Rohrleitungspläne.

(3) Im Rahmen der Abnahme- und Funktionsprüfungen ist festzustellen, ob die Anlagen gemäß den genehmigten Unterlagen ausgeführt wurden und ob sie sicher betrieben und ordnungsgemäß instandgehalten werden können.

(4) Das Brennelementlagerbecken ist nach Fertigstellung einer Dichtheitsprüfung bei einer Wassertemperatur von 60 °C zu unterziehen. Es darf keine nachweisbare Leckage durch die Beckenauskleidung auftreten. Die Leckage des Lagerbeckenschützes darf 3 Liter je Tag nicht überschreiten.

#### 6.4 Wiederkehrende Prüfungen

(1) Durch wiederkehrende Prüfungen ist festzustellen, ob die Einrichtungen zur Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen den gestellten Anforderungen weiterhin genügen.

(2) Art und Umfang der Prüfungen, deren Fristen und der Prüfer sind in einem Prüfplan festzulegen.

(3) Die Prüfungen müssen umfassen:

- a) Einsichtnahme in die Betriebsaufzeichnungen über Betrieb, Prüfungen, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten,
- b) Überprüfung der einwandfreien Funktion der Einrichtungen zur Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen, der Sicherheitseinrichtungen und Sicherheitsvorkehrungen und
- c) Überprüfung von Zeugnissen oder Bescheinigungen für Austauschteile.

#### 6.5 Dokumentation

(1) Die zur Errichtung und zum Betrieb erstellten Unterlagen für die Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen sind vor deren Inbetriebnahme zusammenzustellen. Diese Unterlagen müssen den jeweiligen Stand der geplanten Lagerung und Handhabung beschreiben.

(2) Aus den Unterlagen müssen die zur Erfüllung der in den Abschnitten 3 bis 5 enthaltenen Anforderungen notwendigen technischen und organisatorischen Maßnahmen hervorgehen. Insbesondere sind die vorgesehenen Abläufe und erforderlichen Strahlenschutzmaßnahmen zu beschreiben und, soweit dies zur Klarstellung erforderlich ist, durch Zeichnungen zu erläutern.

(3) Den mit der Planung oder Leitung von Lagerungs-, Handhabungs- und Transportvorgängen Beauftragten müssen die für die ordnungsgemäße Durchführung erforderlichen Unterlagen zur Verfügung stehen.

(4) Kann die Lagerung und Handhabung im Einzelfall nicht nach den Planungsunterlagen nach (1) durchgeführt werden, so sind entsprechende Zusatzunterlagen der Dokumentation beizufügen.

## Anhang

### Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung. Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung, die vorlag, als die verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde.)

|                |         |  |
|----------------|---------|--|
| AtG            |         | Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 814), in der Fassung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Art. 70 des Gesetzes vom 21. August 2002 (BGBl. I, S. 3322) |
| StrlSchV       |         | Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, 2002 I S. 1459), geändert durch Art. 2 der Verordnung vom 18. Juni 2002 (BGBl. I S. 1869)   |
| ASR 10/1       | (9/85)  | Türen und Tore<br>(BArbBl, 1985, Nr. 9, S. 79-81)  |
| ASR 12/1-3     | (10/86) | Schutz gegen Absturz und herabfallende Gegenstände<br>(BArbBl, 1986, Nr. 10, S. 61-62)   |
| ASR 20         | (6/97)  | Steigeisengänge und Steigleitern<br>(BArbBl, 1997, Nr. 7/8, S. 66-70)  |
| KTA 1301.1     | (11/84) | Berücksichtigung des Strahlenschutzes der Arbeitskräfte bei Auslegung und Betrieb von Kernkraftwerken;<br>Teil 1: Auslegung  |
| KTA 1501       | (6/91)  | Ortsfestes System zur Überwachung von Ortsdosisleistungen innerhalb von Kernkraftwerken  |
| KTA 2101.1     | (12/00) | Brandschutz in Kernkraftwerken;<br>Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes  |
| KTA 2101.2     | (12/00) | Brandschutz in Kernkraftwerken;<br>Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen  |
| KTA 2101.3     | (12/00) | Brandschutz in Kernkraftwerken;<br>Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen  |
| KTA 2201.1     | (6/90)  | Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen;<br>Teil 1: Grundsätze   |
| KTA 2502       | (6/90)  | Mechanische Auslegung von Brennelementlagerbecken  |
| KTA 3101.2     | (12/87) | Auslegung der Reaktorkerne von Druck- und Siedewasserreaktoren;<br>Teil 2: Neutronenphysikalische Anforderungen an Auslegung und Betrieb des Reaktorkerns und der angrenzenden Systeme   |
| KTA 3303       | (6/90)  | Wärmeabfuhrsysteme von Brennelementlagerbecken von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren   |
| KTA 3501       | (6/85)  | Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems   |
| KTA 3901       | (3/81)  | Kommunikationsmittel für Kernkraftwerke  |
| KTA 3902       | (6/99)  | Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken  |
| KTA 3903       | (6/99)  | Prüfung und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken  |
| KTA 3905       | (6/99)  | Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken  |
| DIN VDE 0833-1 | (1/89)  | Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall;<br>Teil 1: Allgemeine Festlegungen  |
| DIN 18800-1    | (11/90) | Stahlbauten;<br>Teil 1: Bemessung und Konstruktion   |
| DIN 18800-1/A1 | (2/96)  | Stahlbauten;<br>Teil 1: Bemessung und Konstruktion, Änderung 1   |
| DIN 18801      | (9/83)  | Stahlhochbau; Bemessung, Konstruktion, Herstellung   |
| DIN EN 1822-1  | (7/98)  | Schwebstofffilter (HEPA und ULPA);<br>Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung  |
| DIN 25471      | (9/00)  | Kritikalitätssicherheit unter Anrechnung des Brennelementabbrandes bei der Lagerung und Handhabung von Brennelementen in Brennelementlagerbecken von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren   |
| DIN 25478      | (7/94)  | Einsatz von Berechnungssystemen beim Nachweis der Kritikalitätssicherheit  |
| VBG 36         | (1/97)  | Flurförderzeuge  |