

**Anhang 4 zu den
„Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“:
Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums und für die Instandhaltung**

vom 22. November 2012

Gliederung

- 1 Das Einzelfehlerkonzept – Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums**
- 2 Regelungen zur Anwendung des Einzelfehlerkonzepts**
 - 2.1 Allgemeine Anforderungen
 - 2.2 Redundanzanforderungen für sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen in den Betriebsphasen A und B
 - 2.2.1 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 1
 - 2.2.2 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 2
 - 2.2.3 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 3
 - 2.2.4 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 4a
 - 2.2.5 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 4b und 4c
 - 2.3 Redundanzanforderungen für sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen in den Betriebsphasen C bis F
 - 2.4 Redundanzanforderungen für Einrichtungen zur Beherrschung von Notstandsfällen
 - 2.5 System- und komponentenspezifische Regelungen für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums
- 3 Instandhaltungen**
 - 3.1 Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltung
 - 3.2 Instandhaltungsmaßnahmen zur Herstellung des bestimmungsgemäßen Zustands einer sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung (Instandsetzung)
 - 3.2.1 Maßnahmen bei Feststellung von Mängeln an sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen
 - 3.2.2 Festlegung zulässiger Instandsetzungszeiten
 - 3.3 Vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen an sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen
 - 3.3.1 Allgemeine Anforderungen an die Vorbeugende Instandhaltung

3.3.2 Wartungsmaßnahmen

3.3.3 Anforderungen hinsichtlich Zulässigkeit einer Vorbeugenden Instandhaltung (VIB) in den Betriebsphasen A und B

4 Sicherstellung der Funktionsbereitschaft sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen

1 Das Einzelfehlerkonzept – Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums

Zweck des Einzelfehlerkriteriums

- 1 (1) Das Einzelfehlerkonzept ist ein deterministisches Konzept für die Auslegung der in den folgenden Nummern 2.2 bis 2.5 genannten sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen. Die Unterstellung des Einzelfehlers sowie ggf. eines Instandhaltungsfalles bei Anforderung einer Einrichtung dient der Sicherstellung einer ausreichenden Redundanz.
- 1 (2) Der erforderliche Redundanzgrad von Einrichtungen zur Sicherstellung der Zuverlässigkeit einer Sicherheitsfunktion ist abhängig von deren sicherheitstechnischer Bedeutung im gestaffelten Sicherheitskonzept und bei der Beherrschung von Ereignissen infolge Einwirkungen von innen und außen. Diesbezügliche Regelungen enthält Nummer 2.
- 1 (3) Wird eine Einrichtung entsprechend dem Einzelfehlerkonzept ausgelegt, so kann mit hinreichender Sicherheit davon ausgegangen werden, dass ihre Funktionsfähigkeit bei Anforderung nicht vom zufälligen Versagen eines beliebigen einzelnen Teils der Einrichtung oder vom Vorliegen eines Instandhaltungsfalles abhängt. Die entsprechende Auslegung muss alle Teile der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung selbst und aller für ihre Funktion erforderlichen Versorgungs-, Steuerungs-, Stell- und Hilfseinrichtungen umfassen.
- 1 (4) Die Unterstellung eines Einzelfehlers in passiven Anlagenteilen hat die sinnvolle Entmaschung von zueinander redundanten Anlagenteilen zum Ziel. Diese Entmaschung ist so vorzunehmen, dass es als Folge eines zu unterstellenden passiven Einzelfehlers zu keinem redundanzübergreifenden Versagen von in Nummer 1 (1) in Bezug genommenen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen kommt.
- 1 (5) Im Zusammenhang mit dem Einzelfehlerkonzept ist auch die Dauer der Unverfügbarkeit von in Nummer 1 (1) in Bezug genommenen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen infolge von Instandhaltungsmaßnahmen von Relevanz, da diese Auswirkungen auf die Gesamtzuverlässigkeit der betroffenen Sicherheitsfunktion hat. Zur Gewährleistung der erforderlichen Zuverlässigkeit wird demzufolge im Rahmen des Einzelfehlerkonzepts die zulässige Dauer der Unverfügbarkeit infolge von Instandhaltungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Art der Instandhaltung und deren Auswirkung auf die Sicherheit der Anlage festgelegt.

Diesbezügliche Anforderungen enthält Nummer 3.

2 Regelungen zur Anwendung des Einzelfehlerkonzepts

2.1 Allgemeine Anforderungen

2.1 (1) Ist ein Einzelfehler zu unterstellen, muss dieser grundsätzlich sowohl bei aktiven Einrichtungen als auch bei passiven Einrichtungen unterstellt werden. Ausnahmen oder system- und komponentenspezifische Sonderregelungen enthält Nummer 2.5, darüber hinausgehende Ausnahmen sind zu begründen.

2.1 (2) Ein Einzelfehler in redundant aufgebauten Einrichtungen des Sicherheitssystems, Notstandseinrichtungen oder weiteren für die Sicherheit erforderlichen Einrichtungen darf nicht zu sicherheitstechnisch relevanten Ausfällen in anderen Redundanten dieser Einrichtungen führen.

2.1 (3) Im Rahmen der Nachweisführung ist der im Hinblick auf die Einhaltung des jeweiligen Nachweiskriteriums ungünstigste Einzelfehler zu wählen, sowie, soweit zu unterstellen, die insgesamt ungünstigste Kombination mit dem Instandhaltungsfall. Die Auswahl ist zu begründen.

2.1 (4) Müssen zur Beherrschung eines zu unterstellenden Anforderungsfalls gemäß Nummern 2.2.2, 2.2.3, 2.3 und 2.4. mehrere sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen gleichzeitig oder zeitlich nacheinander ihre Funktion erfüllen, so ist das Auftreten eines Einzelfehlers für die Summe der Einrichtungen zu unterstellen, nicht aber in mehreren der benötigten Einrichtungen gleichzeitig.

2.2 Redundanzanforderungen für sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen in den Betriebsphasen A und B

2.2.1 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 1

Für Einrichtungen der Sicherheitsebene 1 besteht keine Anforderung an redundante Auslegung (Redundanzgrad $n+0$).

2.2.2 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 2

Für Einrichtungen zur Beherrschung von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 ist für den Anforderungsfall weder ein Einzelfehler noch die Unverfügbarkeit einer Redundante infolge von Instandhaltungsmaßnahmen zu unterstellen (Redundanzgrad $n+0$), mit Ausnahme von Leittechnik-Funktionen der Kategorie B, für die ein Einzelfehler zu unterstellen ist (Redundanzgrad $n+1$).

Hinweis:

Sofern bei Ereignissen der Sicherheitsebene 2 Sicherheitseinrichtungen angefordert werden, wie z.B. bei den Ereignissen „Ausfall der Hauptwärmesenke“ und „Notstromfall ≤ 10 Stunden“, sind der Einzelfehler und der Instandhaltungsfall durch die Ausfallannahmen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt.

2.2.3 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 3

In den zur Beherrschung der Ereignisse der Sicherheitsebene 3 notwendigen Sicherheitseinrichtungen muss im Anforderungsfall ein Einzelfehler und grundsätzlich gleichzeitig der Instandhaltungsfall unterstellt werden (Redundanzgrad $n+2$). Ausnahmen sind im Folgenden angegeben.

Wenn bei einer Sicherheitseinrichtung lediglich ein Redundanzgrad von $n+1$ realisiert ist, (z.B. bei Primärkreis- oder Gebäudeabschlussarmaturen), dürfen Instandsetzungsmaßnahmen nur durchgeführt werden, wenn während der Dauer der instandsetzungsbedingten Unverfügbarkeit einer solchen Einrichtung deren sicherheitstechnische Funktion durch Ersatzmaßnahmen anderweitig zuverlässig gewährleistet ist (z.B. vorsorgliches Schließen der 2. Abschlussarmatur) oder die Instandsetzungsmaßnahme ausreichend zeitlich begrenzt ist und die zulässige Unverfügbarkeit in den betrieblichen Unterlagen festgelegt ist.

Bei den Instandhaltungsfällen sind alle in den jeweils relevanten Betriebsphasen zulässigen und durchführbaren Instandhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Einzelheiten bzgl. der Zulässigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen in den verschiedenen Betriebsphasen enthält Abschnitt 3.

Hinweise:

Eine unterstellte Unwirksamkeit des reaktivitätswirksamsten Steuerelements bei der Nachweisführung der Einhaltung der geforderten Unterkritikalität kann gemäß den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ der Nummern 3.2 (6) und 3.2 (7) als Einzelfehler behandelt werden.

Bei unterstellter Nichtberücksichtigung der ersten Anregung des Reaktorschutzsystems ist gemäß dem Anhang 5 der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ Nummer 3.2.4 (2) das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers an aktiven Einrichtungen zu unterstellen, jedoch nicht eine gleichzeitige Instandhaltung.

2.2.4 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 4a

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a ist das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers nicht zu unterstellen; auch ein gleichzeitiger Instandhaltungsfall wird nicht postuliert (Redundanzgrad $n+0$). Einzelheiten bzgl. der Zulässigkeit von Instandhaltungsmaßnahmen in den verschiedenen Betriebsphasen enthält Nummer 3.

2.2.5 Redundanzanforderungen für Einrichtungen der Sicherheitsebene 4b und 4c

Für Einrichtungen der Sicherheitsebenen 4b und 4c ist weder ein Einzelfehler noch ein Instandhaltungsfall gefordert (Redundanzgrad $n+0$).

2.3 Redundanzanforderungen für sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen in den Betriebsphasen C bis F

2.3 (1) Für die Zeiträume planmäßig durchgeführter Instandhaltungsmaßnahmen in den Betriebsphasen C bis F (Revision, Stillstand der Anlage) an für diese Betriebsphasen notwendigen Einrichtungen der Sicherheitsebene 3 ist ein Einzelfehler, jedoch kein weiterer Instandhaltungsfall zu unterstellen (Redundanzgrad $n+1$).

2.3 (2) Ein Redundanzgrad $n+0$ ist in den Betriebsphasen E und F dann zulässig, wenn bei Ausfall der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung die Zeit bis zur Nichteinhaltung von Nachweiskriterien mehr als 10 Stunden beträgt und die ausgefallenen oder in Instandhaltung befindlichen aktiven sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen zuverlässig innerhalb dieses Zeitraums verfügbar gemacht werden können.

2.4 Redundanzanforderungen für Einrichtungen zur Beherrschung von Notstandsfällen

2.4 (1) Bei Notstandsfällen muss im Anforderungsfall in allen Betriebsphasen für die erforderlichen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen grundsätzlich weder ein Einzelfehler noch ein Instandhaltungsfall unterstellt werden (Redundanzgrad $n+0$).

2.4 (2) Zur Beherrschung der Einwirkungen aus Notstandsfällen ist für die Funktion von Einrichtungen, die innerhalb der ersten 30 Minuten erforderlich sind, ein Einzelfehler in aktiven Systemteilen dieser Einrichtungen zu unterstellen (Redundanzgrad $n+1$). Für Einrichtungen die innerhalb der ersten 30 Minuten nicht benötigt werden, muss weder ein Einzelfehler noch ein Instandhaltungsfall unterstellt werden (Redundanzgrad $n+0$).

2.5 System- und komponentenspezifische Regelungen für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums

Passive Anlagenteile

2.5 (1) Für passive Anlagenteile ist das Versagen im Rahmen des Einzelfehlerkonzepts dann nicht zu unterstellen, wenn nachgewiesen wird, dass sie gegen die bei allen für sie zu unterstellenden Anforderungsfällen maximal zu erwartenden Beanspruchungen unter Berücksichtigung der im Betriebszeitraum vorhersehbaren Veränderungen der Werkstoffeigenschaften mit ausreichenden Sicherheitszuschlägen ausgelegt sind, aus einem für den Verwendungszweck geeigneten Werkstoff gefertigt werden und unter einer umfassenden Qualitätssicherung hergestellt, montiert, errichtet, geprüft und betrieben werden, sodass eine ausreichende Zuverlässigkeit gesichert ist. Die hierbei anzuwendenden Maßnahmen und die Sicherheitszuschläge sind auch entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung der Sicherheitseinrichtungen festzulegen.

2.5 (2) Der in Nummer 2.5 (1) geforderte Nachweis kann als erbracht angesehen werden, wenn die Anforderungen an Auslegung, Konstruktion, Werkstoffwahl, Herstellung und Prüfbarkeit der Anlagenteile gemäß Vorschriften erfüllt werden, die der sicherheitstechnischen Bedeutung der Anlagenteile Rechnung tragen.

Armaturen

2.5 (3) Bei Rückflussverhinderern muss ein Einzelfehler dann unterstellt werden, wenn dieser im Anforderungsfall für die Wahrnehmung der sicherheitstechnisch wichtigen Funktion seine Ausgangsstellung ändern muss.

2.5 (4) Bei Eigenmedium betätigten Sicherheitsventilen, Abblaseventilen und Absperrventilen des Reaktorkühlkreises und des Frischdampfsystems, muss im Anforderungsfall der Einzelfehler in der Vorsteuerung und nicht im Hauptventil selbst unterstellt werden.

3 Instandhaltungen

3.1 Allgemeine Anforderungen an die Instandhaltung

3.1 (1) Instandhaltungsmaßnahmen, die zur Unverfügbarkeit einer in den Nummern 2.2 bis 2.5 genannten sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung führen, sind ohne besondere, deren Funktion ersetzende oder ihre Funktionsbereitschaft überflüssig machende Maßnahmen (z.B. Abschaltung, Leistungsminderung, Rückgriff auf andere Systeme) nur zulässig, wenn für die Dauer des Instandhaltungsvorgangs die Anforderungen des Einzelfehlerkonzepts gemäß Nummer 2 erfüllt sind. Dieser Grundsatz ist auch auf andere Maßnahmen, die zur Unverfügbarkeit einer sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung führen, z.B. im Zuge von Änderungen an der Anlage oder deren Betriebsweise, anzuwenden.

3.1 (2) Für die Wiederherstellung (Instandsetzung, Reparatur) der Funktion einer ausgefallenen

sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung gemäß Nummer 3.1 (1) sind für jede Betriebsphase die zulässigen Ausfallzeiten dieser Einrichtung in den Betriebsvorschriften der Anlage zu definieren. Einzelheiten hierzu enthält Nummer 3.2.2.

3.1 (3) Darüber hinaus sind in den Betriebsvorschriften auch Voraussetzungen und Bedingungen für die Durchführung von Maßnahmen der Vorbeugenden Instandhaltung insbesondere für den Leistungsbetrieb der Anlage zu definieren. Einzelheiten hierzu enthält Nummer 3.3.

3.2 Instandhaltungsmaßnahmen zur Herstellung des bestimmungsgemäßen Zustands einer sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung (Instandsetzung)

3.2.1 Maßnahmen bei Feststellung von Mängeln an sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen

3.2.1 (1) Bei Feststellung von Mängeln an sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen, die eine Unverfügbarkeit der Einrichtung im Anforderungsfall zur Folge haben können, sind unverzüglich Maßnahmen zur Identifizierung der Fehlerursache und zur Behebung des Mangels einzuleiten. Insbesondere ist dabei zu klären, ob der festgestellte Schadensmechanismus systematischer Natur ist.

3.2.1 (2) Anlagentechnische Maßnahmen (z.B. Reduzierung der Anlagenleistung, Abfahren der Anlage) sind bei Notwendigkeit gemäß den Betriebsvorschriften zu veranlassen. Diese Betriebsvorschriften sind gemäß Nummer 3.1 zu ermitteln und festzulegen.

3.2.1 (3) Kann ein festgestellter Mangel nicht in dem gemäß Betriebsvorschrift zur Verfügung stehenden Zeitraum behoben werden, ist die Anlage in den gemäß den Betriebsvorschriften erforderlichen Anlagenzustand zu überführen.

3.2.1 (4) Ist bei der Feststellung eines Mangels an einer sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung, für die zulässige Instandsetzungszeiten festgelegt sind, abzusehen, dass eine Instandsetzung innerhalb der zulässigen Zeit nicht möglich ist, sind die gemäß Nummer 3.1 festgelegten Maßnahmen unverzüglich einzuleiten.

3.2.1 (5) In Fällen, in denen in den Betriebsvorschriften keine expliziten Vorgaben für zulässige Instandsetzungszeiten für sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen enthalten sind, ist die Anlage unverzüglich in einen Betriebszustand zu überführen, in dem die Verfügbarkeit dieser Einrichtungen nicht oder nur in eingeschränktem Umfang erforderlich ist.

3.2.2 Festlegung zulässiger Instandsetzungszeiten

3.2.2 (1) Die zulässigen Unverfügbarkeitszeiten von Einrichtungen zur Beherrschung von

Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4a sind unter Berücksichtigung von Zuverlässigkeitsanalysen, soweit erforderlich, und unter Berücksichtigung von Betriebserfahrungen zu ermitteln und in den Betriebsvorschriften festzulegen.

3.2.2 (2) Diese Festlegungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Zulässige Dauer der Unverfügbarkeit einer oder mehrerer dieser Einrichtungen sowie deren erforderliche Mindestverfügbarkeit für jede Betriebsphase.
- Eindeutige Beschreibung der Maßnahmen, die bei Erreichung der zulässigen Unverfügbarkeitszeiten einzuleiten sind (z.B. Leistungseinschränkung, neu einzustellender Anlagenzustand, weitere Maßnahmen zur Reduzierung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen).

3.2.2 (3) Für in den Betriebsvorschriften nicht im Detail spezifizierte Fälle müssen die Betriebsvorschriften auch Anweisungen enthalten, wie ein geeigneter Betriebszustand – ein Zustand, in dem die Verfügbarkeit der Einrichtungen nicht oder nur eingeschränkt erforderlich ist – zu ermitteln ist.

3.3 Vorbeugende Instandhaltungsmaßnahmen an sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen

3.3.1 Allgemeine Anforderungen an die Vorbeugende Instandhaltung

3.3.1 (1) Maßnahmen der Vorbeugenden Instandhaltung, die eine Unverfügbarkeit einer sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung gemäß Nummer 3.1 (1) zur Folge haben und deren Inhalt und Umfang über Wartungsarbeiten gemäß Nummer 3.2.2 hinausgehen, sind grundsätzlich in Betriebsphasen durchzuführen in denen eine Anforderung dieser Einrichtung nicht ansteht oder wenig wahrscheinlich ist, in der Regel in den Betriebsphasen C – F.

3.3.1 (2) Maßnahmen der Vorbeugenden Instandhaltung in den Betriebsphasen A und B sind in begrenztem Umfang und nur unter Einhaltung der Anforderungen gemäß Nummer 3.3.3 zulässig.

3.3.1 (3) Die Anforderungen an die Vorbeugende Instandhaltung von Sicherheitseinrichtungen sind sinngemäß auch für andere planbaren Maßnahmen, die eine Unverfügbarkeit sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen zur Folge haben (z.B. bedingt durch die Durchführung von Änderungen an der Anlage), anzuwenden. Abweichungen sind zu begründen.

3.3.2 Wartungsmaßnahmen

Sind zur Gewährleistung der Funktionsfähigkeit von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen

Wartungen erforderlich, können diese bei Einhaltung der nachstehenden Bedingungen in allen Betriebsphasen durchgeführt werden:

- die Wartungsmaßnahme erfordert nur Unverfügbarkeitszeiten der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung < 8 Stunden und
- die sicherheitstechnisch wichtige Einrichtung kann im Anforderungsfall rasch in den Betriebszustand zurückversetzt werden, wobei dies auch unter den Bedingungen eines eingetretenen Störfalls möglich sein muss, und
- die Arbeiten bleiben auf jeweils eine Redundante beschränkt und die anderen Redundanten stehen in diesem Zeitraum uneingeschränkt zur Verfügung, und
- beim An- und Abfahren der Anlage werden Wartungen auf die unvermeidlichen Umfänge beschränkt.

3.3.3 Anforderungen hinsichtlich Zulässigkeit einer Vorbeugenden Instandhaltung (VIB) in den Betriebsphasen A und B

3.3.3 (1) Die Dauer und die Randbedingungen unter denen VIB an Einrichtungen zur Beherrschung von Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4a, von Einwirkungen von innen und außen sowie aus Notstandsfällen in den Betriebsphasen A und B zugelassen ist, sind unter Berücksichtigung der sicherheitstechnischen Anforderungen in den Betriebsvorschriften festzulegen.

3.3.3 (2) Folgende Anforderungen sind bei den Festlegungen gemäß Nummer 3.3.3 (1) einzuhalten:

- Bei n+3 und höher redundant vorhandenen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen bestehen hinsichtlich VIB in einer Redundanten keine Einschränkungen. Die Kriterien gemäß Nummer 3.3.3 (3) sind jedoch unabhängig vom Redundanzgrad der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung einzuhalten.
- Die Unverfügbarkeit infolge VIB ist bei Einrichtungen der Sicherheitsebene 3 mit einem Redundanzgrad von n+2 unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeitsvorgaben an die jeweilige Sicherheitseinrichtung zeitlich zu begrenzen. Ohne detaillierte Nachweisführung darf bei n+2-Einrichtungen die Unverfügbarkeitsdauer pro Redundante und Jahr maximal 7 Tage betragen. Für längere Zeiträume sind anlagenspezifische Einzelnachweise vorzulegen, die ausweisen, dass die längere Unverfügbarkeit der Sicherheitseinrichtung unbedenklich ist. VIB an Einrichtungen der Sicherheitsebene 3 mit einem Redundanzgrad kleiner als n+2 ist

nicht zulässig.

- Einrichtungen der Sicherheitsebene 2 mit einem erforderlichen Redundanzgrad von $n+1$ dürfen nur dann einer VIB unterzogen werden, wenn durch eine Bewertung der Einrichtungen unter Berücksichtigung der relevanten Anforderungsfälle deren ausreichende Zuverlässigkeit nachgewiesen wurde.
- Einrichtungen der Sicherheitsebene 4a und Notstandseinrichtungen dürfen nur dann einer VIB unterzogen werden, wenn durch eine Bewertung der Einrichtungen unter Berücksichtigung der relevanten Anforderungsfälle deren ausreichende Zuverlässigkeit nachgewiesen wurde.

3.3.3 (3) VIB-Maßnahmen sind darüber hinaus nur zulässig, wenn folgende Randbedingungen eingehalten werden:

- Die VIB-Maßnahme darf nicht zu einer nennenswerten Erhöhung der Eintrittswahrscheinlichkeit für Ereignisse der Sicherheitsebenen 2 und 3 führen.
- VIB-Maßnahmen dürfen nicht gleichzeitig in mehreren Redundanten durchgeführt werden sondern sind auf jeweils eine Redundante zu beschränken. Ferner ist sicherzustellen, dass die verbleibenden Redundanzen nicht durch andere Tätigkeiten, z.B. Änderungsmaßnahmen, in ihrer Verfügbarkeit eingeschränkt sind. Davon ausgenommen sind notwendige Instandsetzungsmaßnahmen an zufällig zeitgleich ausgefallenen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen.
- Die VIB-Maßnahme darf zu keinen Ausfällen, insbesondere nicht zu Ausfällen infolge von Fehlern mit gemeinsamer Ursache an anderen, nicht betroffenen sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen führen.
- Die Einhaltung der Anforderungen an Instandhaltungsmaßnahmen ist auch unter den Bedingungen der Betriebsphasen A und B bei VIB sicherzustellen (z.B. uneingeschränkte Durchführbarkeit von Funktionsprüfungen nach erfolgter Instandhaltung).
- Bei An- und Abfahrvorgängen und bei Versuchsdurchführungen darf keine VIB durchgeführt werden.
- Die Integrität der Barrieren Druckführende Umschließung und Sicherheitsbehälter sowie die Zuverlässigkeit ihrer aktiven sicherheitstechnischen Funktionen dürfen durch VIB-Maßnahmen nicht unzulässig beeinträchtigt werden. Sofern nur zwei Absperrungen ($n+1$) als Barrieren vorhanden sind, ist eine VIB-Maßnahme an diesen Absperrrichtungen bei

drucklosem Kühlkreislauf zulässig.

4 Sicherstellung der Funktionsbereitschaft sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen

- 4 (1) Die Funktion von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen ist unter Bedingungen, die möglichst dem Anforderungsfall entsprechen, im erforderlichen Umfang wiederkehrend zu prüfen.
- 4 (2) Bei den Funktionsprüfungen ist möglichst der gesamte Funktionsablauf bei Anforderung der Einrichtung zu prüfen. Dazu zählt auch die Aufschaltung der Notstromversorgung auf die Verbraucher. Sind aus verfahrenstechnischen Gründen nur Teilprüfungen möglich, ist eine aussagekräftige Überlappung der einzelnen Teilprüfungen sicherzustellen.
- 4 (3) Durch die Durchführung von Funktionsprüfungen darf keine nennenswerte Erhöhung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 und 3 verursacht werden.
- 4 (4) Die Funktionsbereitschaft der Einrichtungen ist auch während der Funktionsprüfung so weit wie möglich zu erhalten. Gegebenenfalls sind Ausfallzeiten infolge Prüfung bei der Zuverlässigkeitsanalyse zu berücksichtigen.
- 4 (5) Bei prüfungsbedingten Änderungen in der Bereitschaftsstellung einer sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung ist sicherzustellen, dass diese bei Eintreten eines Anforderungsfalls rechtzeitig rückgängig gemacht werden können.
- 4 (6) Zur Gewährleistung der Funktionsbereitschaft einer sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtung müssen geplante oder störungsbedingte Unverfügbarkeiten einzelner Komponenten, die eine Unverfügbarkeit zur Folge haben, für das Betriebspersonal leicht erkennbar sein (z.B. Abweichung von einer eindeutigen Bereitschaftsstellung, Unverfügbarkeit infolge Instandhaltung, Ausfälle in leittechnischen Einrichtungen, störungsbedingte Füllstandsänderungen usw.).
- 4 (7) Die Fehlpositionierung von Armaturen ist durch zuverlässige technische Einrichtungen (z.B. Störungsmeldung bei Verlassen der Bereitschaftsstellung, Armaturenschlösser) ggf. in Verbindung mit zuverlässigen administrativen Maßnahmen zu vermeiden.
- 4 (8) Abweichungen von Parameterwerten, die zur Gewährleistung des sicheren Betriebs in den Betriebsvorschriften der Anlage definiert sind, sind dem Betriebspersonal optisch und akustisch in der Warte zu melden.
- 4 (9) Es ist sicherzustellen, dass bei einem Anforderungsfall dem Betriebspersonal alle für die Beurteilung der Funktionsbereitschaft und der Wirksamkeit der benötigten Einrichtungen erforderlichen Informationen auf der Warte oder Notsteuerstelle zur Verfügung stehen oder mit

den in der Warte oder Notsteuerstelle verfügbaren Informationen einfach und schnell ermittelt werden können.

- 4 (10) Die Funktionsbereitschaft und die anforderungsgerechte Funktion sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen sind nach abgeschlossener Instandhaltungsmaßnahme durch qualifizierte Funktionsprüfungen sicherzustellen.