**Zusammenstellung des Abgleichs der KTA 3101.2 (2012-11)**

**mit den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ und deren Interpretationen**

(1) Nach Beschlüssen des KTA-Präsidiums auf seiner 94., 95. und 97. Sitzung am 19.03.2014, 19.03.2015 und am 23.09.2015 soll für alle KTA-Regeln ein Abgleich mit den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (SiAnf) und deren Interpretationen erfolgen. Es sollen die Anforderungen der jeweiligen KTA-Regel mit den Anforderungen der SiAnf und der zugehörigen Interpretationen verglichen und auf Konsistenz überprüft werden.

(2) Der vorliegende SiAnf-Abgleich wurde von der KTA-GS vorbereitet und vom Unterausschuss REAKTORKERN UND SYSTEMAUSLEGUNG (UA-RS) auf seiner 23. Sitzung am 16. März 2016 diskutiert und einstimmig zur Vorlage an den KTA verabschiedet.

(3) Der KTA nahm den vorliegenden Abgleich auf seiner 71. Sitzung am 22.11.2016 zustimmend zur Kenntnis.

(4) In den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) sind folgende übergeordnete Anforderungen enthalten, die den Anwendungsbereich der Regel KTA 3101.2 allgemein betreffen:

a) Anforderung 2.1 „Konzept der gestaffelten Sicherheitsebenen“,

b) Anforderung 2.2 „Konzept des gestaffelten Einschlusses der radioaktiven Inventare (Barrierenkonzept)“,

c) Anforderung 2.3 „Schutzzielkonzept“,

d) Anforderung 3.1 „Übergeordnete Anforderungen“

(5) Spezifische technische Anforderungen, welche den Anwendungsbereich der Regel KTA 3101.2 direkt betreffen, sind in enthalten in

a) Anforderung 3.2 „Anforderungen an den Reaktorkern und die Abschalteinrichtungen“

b) Anhang 2, „Sicherheitstechnische Nachweisziele und Nachweiskriterien der Sicherheitsebenen 2 bis 4a für die Reaktoranlage und das Schutzziel „Kontrolle der Reaktivität“ (Tabelle 3.1a)

c) Anhang 2 „Ereignislisten Leistungs- und Nichtleistungsbetrieb DWR/SWR“ (Tabellen 5.1 und 5.2)

(6) Weitere allgemeine Anforderungen, die nicht spezifisch für KTA 3101.2 sind, jedoch den Anwendungsbereich indirekt betreffen, finden sich in:

a) Anforderung 4.1 „Betriebszustände, Störungen und Störfälle“,

b) Anforderung 5 „Anforderungen an die Nachweisführung“,

(7) Die Anforderungen nach SiAnf 3.2 (2) bis (7) werden in der Interpretation I-1 „Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb des Reaktorkerns“ präzisiert.

(8) Die Konkretisierungen der Festlegungen aus den SiAnf und den zugehörigen Interpretationen in KTA 3101.2 ist in der nachfolgenden **Tabelle-1** dargestellt.

(9) Inkompatibilitäten zwischen den SiAnf und den Anforderungen der Regel KTA 3101.2 (2012-11) bestehen nicht.

Verweise

| | | |
|---|---|---|
| SiAnf | 2015-03 | Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2) |
| Interpretationen | 2015-03 | Interpretationen zu den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, geändert am 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B3) |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 2.1 (1)<br>Der Einschluss der im Kernkraftwerk befindlichen radioaktiven Stoffe sowie die Abschirmung der von diesen Stoffen ausgehenden Strahlung ist sicherzustellen.<br>Zur Erreichung dieses Ziels ist ein Sicherheitskonzept umzusetzen, bei dem Maßnahmen und Einrichtungen gestaffelten Sicherheitsebenen [1-4a] zugeordnet sind.<br>[…]<br><br>2.1 (3a)<br>Das Sicherheitskonzept auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4b ist präventiv ausgerichtet. Es sind Maßnahmen und Einrichtungen vorzusehen, die<br>– auf der Sicherheitsebene 1 das Eintreten von Störungen vermeiden,<br>– auf der Sicherheitsebene 2 eintretende Störungen beherrschen, das Eintreten von Störfällen vermeiden,<br>– auf der Sicherheitsebene 3 Störfälle beherrschen, das Eintreten von Ereignissen mit Mehrfachversagen von Sicherheitseinrichtungen verhindern,<br>– auf der Sicherheitsebene 4a sehr seltene Ereignisse beherrschen. | | KTA 3101.2 gesamt<br>KTA 3101.2 regelt die hinsichtlich Kritikalitätssicherheit erforderlichen Voraussetzungen zum Einschluss der radioaktiven Stoffe. Die maßgeblichen sicherheitstechnischen Anforderungen werden in Abschnitt 3 genannt (uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit der BE auf SE 2; Ausschluss unzulässiger Belastungen der DFU auf SE 3 und SE4a) und in den weiteren Abschnitten konkretisiert.<br><br>KTA 3101.2 berücksichtigt die Sicherheitsebenen 1 bis 4a und formuliert – nach Sicherheitsebenen gestaffelte - Anforderungen an die neutronenphysikalische Auslegung des Reaktorkerns. | erfüllt<br><br>erfüllt |
| 2.1 (4)<br>Das gestaffelte Sicherheitskonzept ist für alle Anlagenzustände des Leistungs- und Nicht-Leistungsbetriebs unter Berücksichtigung jeweils repräsentativ abdeckender Anlagenzustandsparameter umzusetzen. | | KTA 3101.2 gesamt<br>Die neutronenphysikalische Auslegung des Reaktorkerns muss die Regelbarkeit im Leistungsbetrieb, die Abschaltbarkeit aus dem Leistungsbetrieb und die langfristige Unterkritikalität nach Abschaltung gewährleisten. Diese allgemeinen sicherheitstechnischen Anforderungen werden in Abschnitt 3 genannt und in den weiteren Abschnitten konkretisiert.<br>Aspekte der Kritikalitätssicherheit bei offenem RDB und Umsetzung der Brennelemente werden in KTA 3107 geregelt.. | erfüllt |
| 2.1 (6)<br>[…] Maßnahmen und Einrichtungen, die auf allen oder mehreren dieser Sicherheitsebenen [1, 2 und 3] wirksam sein müssen, sind gemäß den Anforderungen auszulegen, die auf der Sicherheitsebene mit den jeweils höchsten Anforderungen gelten. | | KTA 3101.2 gesamt<br>gestaffelte Anforderungen in Abschnitt 3 | erfüllt |
| 2.1 (7)<br>Durch das Konzept der gestaffelten Sicherheitsebenen ist sicherzustellen, dass ein einzelnes technisches Versagen oder menschliches Fehlverhalten auf einer der Sicherheitsebenen 1 bis 3 die Wirksamkeit der Maßnahmen und Einrichtungen der nächsten Ebenen nicht gefährdet | | Gestaffeltes Sicherheitskonzept gemäß Abschnitt 3<br>5.2.2 (4), (5) und (7)<br>Einzelfehler auf SE 3 gemäß Abschnitt 6.1 (7)<br>Eine inhärent sichere Auslegung des Kerns gemäß Abschnitten 3.1 bis 3.3 trägt ebenfalls zur Einhaltung dieser Anforderung bei. | erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 2.1 (13)<br>Die Maßnahmen und Einrichtungen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a […] müssen hohe Anforderungen an die Qualität und Zuverlässigkeit der Planung, Implementierung und Durchführung der Maßnahmen sowie der Auslegung, Fertigung, Errichtung und des Betriebs der Einrichtungen erfüllen.[…] | | KTA 3101.2 gesamt<br>Spezifische Anforderungen an die jeweiligen Systeme finden sich in den Abschnitten 4-6, Anforderungen an die Berechnungssysteme in Abschnitt 7 | erfüllt |
| 2.2 (3)<br>Auf den Sicherheitsebenen 1 und 2 sind neben den Rückhaltefunktionen zur Erfüllung der radiologischen Sicherheitsziele folgende Barrieren wirksam zu halten:<br>a) für den Einschluss der radioaktiven Stoffe im Reaktorkern:<br>1. die Brennstabhüllrohre, abgesehen von zulässigen, betrieblich bedingten Hüllrohrschäden,<br>2. die Druckführende Umschließung des Reaktorkühlmittels, sofern der Reaktorkühlkreislauf nicht plangemäß geöffnet ist und<br>[…] | | 3 (2)<br>3.1 (inhärent sichere Auslegung zur Begrenzung von Reaktivitäts- und Leistungsanstiegen)<br>3.2 (uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit der BEs)<br>4.2 (1)<br>5.1, 5.2, 5.4<br>6 | erfüllt |
| 2.2 (4)<br>Auf der Sicherheitsebene 3 sind neben den erforderlichen Rückhaltefunktionen zur Erfüllung der radiologischen Sicherheitsziele folgende Barrieren wirksam zu halten:<br>a) für den Einschluss der radioaktiven Stoffe im Reaktorkern:<br>1. die Brennstabhüllrohre […] außer bei Kühlmittelverluststörfällen,<br>2. die Druckführende Umschließung des Reaktorkühlmittels,<br>[…] | | 3.3<br>5.1 (1) d)<br>5.4<br>6.1, 6.2, 6.3 | erfüllt |
| 2.2 (5)<br>Auf der Sicherheitsebene 4a sind im Hinblick auf den Einschluss der radioaktiven Stoffe und die Kühlbarkeit des Reaktorkerns neben den erforderlichen Rückhaltefunktionen folgende Barrieren wirksam zu halten:<br>1. die Brennstabhüllrohre in dem für die Einhaltung der hier geltenden Nachweisziele erforderlichen Umfang,<br>2. die Druckführende Umschließung,<br>3. der Sicherheitsbehälter. | | 3.4<br>5.1 (1) d) | erfüllt |
| 2.3 (1)<br>Mit den gemäß der Nummer 2.1 (3a) vorgesehenen Maßnahmen und Einrichtungen unter Beachtung der weiteren Anforderungen in Nummer 2.1 sind für die auf den jeweiligen Sicherheitsebenen geltenden Anforderungen die folgenden Schutzziele zu erfüllen:<br>a) Kontrolle der Reaktivität,<br>b) Kühlung der Brennelemente und<br>c) Einschluss der radioaktiven Stoffe. | | 3 (2) | erfüllt |
| 2.3 (2)<br>Auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a sind folgende Anforderungen einzuhalten:<br>Zur Kontrolle der Reaktivität:<br>– Reaktivitätsänderungen sind auf zulässige Werte zu beschränken,<br>– der Reaktorkern muss abgeschaltet und langfristig unterkritisch gehalten werden können, | | Abschnitt 3 (allgemeine sicherheitstechnische Anforderungen)<br>4.1 (2) und (3)<br>4.2<br>Abschnitte 5 und 6 | erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 3.1 (2)<br>Auf Maßnahmen und Einrichtungen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a […] sind bezüglich aller Betriebsphasen sicherheitsfördernde Auslegungs-, Fertigungs- und Betriebsgrundsätze anzuwenden (siehe auch Nummer 2.1 (13)), wie insbesondere: | | | erfüllt |
| a) begründete Sicherheitszuschläge bei der Auslegung von Komponenten, in Abhängigkeit von deren sicherheitstechnischer Bedeutung; hierbei können in Bezug auf den Anwendungsfall anerkannte Regeln und Standards angewendet werden; | | 5.1 (3)<br>6.1 (8) | |
| b) Bevorzugung von inhärent sicher wirkenden Mechanismen bei der Auslegung; | | 3.1 bis 3.3 | erfüllt |
| c) Verwendung qualifizierter Werkstoffe, Fertigungs- und Prüfverfahren sowie betriebsbewährter oder ausreichend geprüfter Einrichtungen | | Abschnitt 7 | erfüllt |
| d) […]<br>e) | | | |
| f) Sicherstellung und Erhalt der Qualitätsmerkmale bei Fertigung, Errichtung und Betrieb | | Abschnitt 7 | erfüllt |
| g) Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen in dem sicherheitstechnisch notwendigen Umfang | | 4.2 (2) | erfüllt |
| h) zuverlässige Überwachung der in den jeweiligen Betriebsphasen relevanten Betriebszustände | | 5.2 | erfüllt |
| 3.1 (3)<br>Zur Gewährleistung einer ausreichenden Zuverlässigkeit der Einrichtungen der Sicherheitsebene 3 (Sicherheitseinrichtungen) sind zusätzlich zu der Nummer 3.1 (2) folgende Auslegungsgrundsätze anzuwenden:<br>a) Redundanz;<br>b) Diversität;<br>[…]<br>e) sicherheitsgerichtetes Systemverhalten bei Fehlfunktion von Teilsystemen oder Anlagenteilen;<br>f) Bevorzugung passiver gegenüber aktiven Sicherheitseinrichtungen;<br>h) Automatisierung (in der Störfallanalyse sind von Hand auszulösende Schutzaktionen grundsätzlich nicht vor Ablauf von 30 Minuten zu kreditieren). | | 6.1 (3) Verweis auf KTA 3103<br><br>Anmerkung:<br>Es handelt sich hier i.W. um systemtechnische Anforderungen, die in KTA 3103 geregelt sind. | erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 3.1 (6)<br>Die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit von Sicherheitsfunktionen der Sicherheitsebene 3 sind durch Maßnahmen und Einrichtungen, einschließlich ihrer Hilfs- und Versorgungssysteme, sicherzustellen<br>– für alle bei den Ereignisabläufen zu unterstellenden Bedingungen,<br>– bei störfallbedingten Folgeausfällen,<br>– bei gleichzeitigem oder zeitlich versetztem Ausfall der Eigenbedarfsversorgung sowie<br>– bei Ausfällen oder Unverfügbarkeiten gemäß dem Einzelfehlerkonzept nach Nummer 3.1 (7).<br><br>Zwischen betrieblichen Grenzwerten und den Grenzwerten, die Sicherheitseinrichtungen auslösen, müssen ausreichende Abstände derart vorhanden sein, dass eine unerwünschte häufige Aktivierung von Sicherheitseinrichtungen nicht erfolgt.<br><br>Grenzwerte, die Sicherheitseinrichtungen auslösen, müssen konservativ angesetzt werden, damit Unsicherheiten in den Sicherheitsanalysen berücksichtigt werden. | | 3 (3) Beachtung es übergeordneten Regelwerk auf allen Sicherheitsebenen<br><br>6.1 (7) stuck rod<br><br>4.2 (1)<br>5.1 (3)<br>5.2.1 (2), 5.2.2 (2), (6) – (8)<br>5.2.3 (3)<br><br>6.1 (8) | erfüllt |
| 3.1 (7)<br>Einrichtungen zur Beherrschung von Ereignissen der Sicherheitsebene 3 sind so redundant und entmascht auszuführen, dass die zur Ereignisbeherrschung erforderlichen Sicherheitsfunktionen auch dann ausreichend wirksam sind, wenn im Anforderungsfall<br>– ein ungünstigst wirkender Einzelfehler in einer Sicherheitseinrichtung infolge eines zufälligen Ausfalls auftritt und<br>– gleichzeitig eine in Kombination mit dem Einzelfehler ungünstigst wirkende Unverfügbarkeit in einer Sicherheitseinrichtung infolge von Instandhaltungsmaßnahmen vorliegt.<br>Einzelfehler werden grundsätzlich sowohl bei aktiven, als auch bei passiven Einrichtungen unterstellt, Ausnahmen sind zu begründen. | | 6.1 (7)<br><br>Unverfügbarkeit in Folge von Instandhaltung ist für die den Reaktorkern betreffenden Ereignisse auf SE 3 nicht relevant | erfüllt |
| 3.1 (12) Prüfung und Wartung<br>Alle sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen müssen so beschaffen und angeordnet sein, dass sie entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung und Aufgabe vor ihrer Inbetriebnahme und danach in regelmäßigen Zeitabständen in hinreichendem Umfang geprüft und gewartet werden können, um den spezifikationsgerechten Zustand feststellen und sich anbahnende Abweichungen von prüfbaren Qualitätsmerkmalen erkennen zu können.<br><br>Die Funktion von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen ist unter Bedingungen, die möglichst dem<br>Anforderungsfall entsprechen, im erforderlichen Umfang zu prüfen. | | 4.2 (2)<br>Eine direkte Überprüfung / Wartung der Systeme im Reaktorkern (Schnellabschaltsystem, Kerninstrumentierung) ist im Leistungsbetrieb nicht möglich.<br>Ansonsten gelten die Anforderungen des Abschnitts 5<br>Die Wirksamkeit der Abschaltysteme ist gemäß 6.1 (5) für jeden Zyklus nachzuweisen<br>Die Validierung der Berechnungssysteme gemäß 7.3 stellt sicher, dass die Funktion unter den Bedingungen des Anforderungsfalls erfüllt wird. | erfüllt |
| 3.2 (1)<br>Die Kontrolle der Reaktivität im Reaktorkern ist auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a […] in allen Betriebsphasen sicherzustellen. | | 3.1 bis 3.4<br>5.1 (1)<br>6.1 (2) und (7) | erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 3.2 (2)<br>Der Reaktorkern, die relevanten Einrichtungen zur Überwachung, Regelung und Begrenzung der Reaktorleistung und zur Abschaltung des Reaktors sind so auszulegen, herzustellen und in einem solchen Zustand zu halten, dass im Zusammenwirken mit den Kühlsystemen für den Reaktorkern die jeweiligen Auslegungsgrenzen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a eingehalten werden. | I-1 2 (1)<br>Der Reaktorkern ist wie folgt auszulegen, zu überwachen und zu betreiben: | 3.1 bis 3.4<br>4.1 (2) | erfüllt |
| | a) Die Leistung und Leistungsdichte sowie die Sicherheitsvariablen, die für die Reaktivität, die Leistung oder die Leistungsdichte […] hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a wesentlich sind, sind im erforderlichen Umfang zu überwachen. Die zeitliche und räumliche Auflösung der Überwachung, sowie die Empfindlichkeit und konstruktive Ausführung der Überwachungseinrichtungen müssen die jeweils erforderlichen Funktionen der Regelungs-, Begrenzungs- und Sicherheitseinrichtungen gewährleisten. | 4.1 in Verbindung mit Tabelle G-1 (sicherheitstechnische Kenngrößen) und Tabelle 4-1 (Zuordnung Messgrößen zu sicherheitstechnischen Kenngrößen)<br>4.2 (2)<br>5.2 | erfüllt<br>erfüllt |
| | b) […] | | |
| | c) Im Normalbetrieb sind Leistung und Leistungsdichteverteilung innerhalb zulässiger Grenzen stabil zu halten, auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Xenon-Umverteilungen. | 5.2.2 (4) b) | erfüllt |
| | d) Im Normalbetrieb müssen Änderungen in der Reaktivität, Leistung oder Leistungsdichte kontrolliert durch die Regelungseinrichtungen unter Berücksichtigung der reaktorphysikalischen Rückwirkungseigenschaften erfolgen. | 3.1<br>5.1. (1) a)<br>5.1 (6) | erfüllt |
| | e) […] | | |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 3.2 (3)<br>Der Reaktorkern ist so auszulegen, dass auf Grund inhärenter reaktorphysikalischer Rückkopplungseigenschaften die in Betracht zu ziehenden schnellen Reaktivitätsanstiege so weit abgefangen werden, dass im Zusammenwirken mit den übrigen inhärenten Eigenschaften der Anlage und den Begrenzungs- oder Abschalteinrichtungen die jeweils auf den Sicherheitsebenen geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. | I-1 3 (1)<br>Der Reaktorkern ist so auszulegen, dass auf Grund inhärenter reaktorphysikalischer Rückkopplungseigenschaften<br>a) eine Erhöhung der Brennstofftemperatur im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;<br>b) eine Zunahme des Dampfblasengehalts im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;<br>c) eine Erhöhung der Kühlmitteltemperatur oder eine Abnahme der Kühlmitteldichte im Reaktorkern (ohne oder mit vernachlässigbarer Dampfblasenbildung) eine negative Reaktivitätsrückwirkung haben,<br>– beim DWR spätestens bei Erreichen eines stationären Betriebszustands mit Xenon-Gleichgewicht zu Zyklusbeginn und<br>– beim SWR spätestens bei Erreichen der Betriebstemperatur.<br><br>I-1 3 (2)<br>Eine positive Reaktivitätsrückwirkung bei Erhöhung der Kühlmitteltemperatur oder Abnahme der Kühlmitteldichte (ohne oder mit vernachlässigbarer Dampfblasenbildung) vor Erreichen der in der Nummer 3 (1) Buchstabe c genannten Zustände ist zulässig, wenn nachgewiesen ist, dass<br>– im Normalbetrieb dabei eine stabile Regelung der Reaktorleistung möglich ist und<br>– bei Berücksichtigung der daraus resultierenden positiven Reaktivitätsrückwirkungen bei den auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a betrachteten Ereignissen die jeweiligen sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. | 3.1 bis 3.3<br>4.1 (2)<br><br>3.1 bis 3.4<br>4.1 (2) c)<br>Anmerkung: Anforderungen an das Vorzeichen der Reaktivitätsrückwirkungen sind in KTA 3101.2 nicht explizit festgelegt. Es ist jedoch die inhärente Sicherheit des Reaktorkerns zu gewährleisten<br><br>5.2.2 (6)<br><br>5.1 c) | erfüllt<br><br>sinngemäß erfüllt<br><br>erfüllt<br><br>erfüllt |
| 3.2 (4)<br>Der Reaktorkern ist so auszulegen, dass auf Grund inhärenter reaktorphysikalischer Rückkopplungseigenschaften die zu berücksichtigenden Transienten der Sicherheitsebene 4a mit unterstelltem Ausfall der schnell wirkenden Abschalteinrichtung (Schnellabschaltsystem) so weit abgefangen werden, dass im Zusammenwirken mit ansonsten bestimmungsgemäß wirksamen Maßnahmen und Einrichtungen der Anlage die für diese Ereignisse geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. | | 3.4<br>4.1 (2) | erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 3.2 (5)<br>Der Reaktor ist<br>– mit mindestens einer Einrichtung zur schnellen Abschaltung (Schnellabschaltsystem) mittels Steuerelementen sowie<br>– mit mindestens einer weiteren, davon unabhängigen und diversitären Abschalteinrichtung zur Herbeiführung und dauerhaften Aufrechterhaltung der Unterkritikalität mittels der Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel auszustatten. | | 6.1 bis 6.3 | erfüllt |
| Die Regelungs- oder Begrenzungseinrichtungen der Reaktorleistung können ganz oder teilweise identisch mit den Abschalteinrichtungen sein, sofern die Wirksamkeit der Abschalteinrichtungen jederzeit im geforderten Maße gegeben bleibt. | I-1 4 (1)<br>Bei der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen der Reaktorleistung sind die mechanischen, thermischen, chemischen und durch Strahlung hervorgerufenen Einwirkungen zu berücksichtigen, die<br>a) während des Normalbetriebs der Anlage sowie<br>b) bei Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen, deren Funktion zur Ereignisbeherrschung auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a […] erforderlich ist, auch unter den jeweiligen Ereignisbedingungen auftreten können und für die Sicherstellung der Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Einrichtungen wesentlich sind. | 6.1 (9)<br><br>Die in I-1 4 (1) angesprochenen systemtechnischen Anforderungen sind in KTA 3103 und KTA 3101.3 geregelt | erfüllt<br><br>nicht relevant |
| 3.2 (6)<br>Das Schnellabschaltsystem muss alleine in der Lage sein, den Reaktor<br>– aus jedem Zustand der Sicherheitsebenen 1 bis 3 heraus, auch bei unterstellter Unwirksamkeit des reaktivitätswirksamsten Steuerelements sowie<br><br>– bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen so schnell unterkritisch zu machen und hinreichend lange zu halten, dass die jeweils geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. | | 6.2.1 (2) in Verbindung mit 6.1 (7)<br><br>6.2.1 (1) – automatische Auslösung durch den Reaktorschutz; der entsprechend der für den Reaktorschutz geltenden Regeln auch bei EVA, EVI und Notstandsfällen auslösen muss | erfüllt<br><br>erfüllt |
| | I-1 4 (2)<br>Das Schnellabschaltsystem […]<br>a) muss von Anregungen automatisch ausgelöst werden, die aus verschiedenen Prozessvariablen gebildet werden;<br>b) darf auch für den Fall, dass es gemeinsame Komponenten mit den Regelungs- oder Begrenzungseinrichtungen hat, durch die Funktion der Regelungs- oder Begrenzungseinrichtungen in seiner bestimmungsgemäßen Funktion nicht beeinträchtigt werden (auch nicht infolge einer durch Fehler in diesen Einrichtungen erzeugten Funktion). | I-1 4 (2) a) betrifft die Leittechnik, die nicht in KTA 3101.2 geregelt ist. Prozessvariablen finden sich in Tabelle 4-1<br><br>6.1 (9) | nicht relevant<br><br>erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 3.2 (7)<br>Der Reaktor muss auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a sowie bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen bei den für die Reaktivitätsbilanz ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt, die unter den in Betracht zu ziehenden Zuständen und Ereignissen möglich sind, langfristig unterkritisch gemacht und dauerhaft unterkritisch gehalten werden können. | | 6.1 (2) und (7)<br>6.2.1 (2)<br>7.2 (3) | erfüllt |
| Beim DWR müssen die Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel bei den Zuständen oder Ereignissen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a sowie bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen alleine in der Lage sein, den geforderten Betrag der Unterkritikalität zu erbringen. | | 6.2.2 in Verbindung mit 6.3.1 | erfüllt |
| Beim SWR müssen folgende Einrichtungen in der Lage sein, jeweils alleine den geforderten Betrag der Unterkritikalität zu erbringen:<br>– bei den Zuständen oder Ereignissen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a, bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen das elektromotorische Einfahren der Steuerelemente sowie<br>– bei den Zuständen der Sicherheitsebene 1 die Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel. | | 6.2.3 in Verbindung mit 6.3.2<br>6.1 (7) | erfüllt<br>erfüllt |
| Sofern die dauerhafte Aufrechterhaltung der Unterkritikalität auf den Sicherheitsebenen 1 bis 3 allein durch Steuerelemente sichergestellt wird, ist die Unwirksamkeit des wirksamsten Steuerelements zu unterstellen. | I-1 4 (3)<br>Bei der Nachweisführung der ausreichenden Wirksamkeit der Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel, gemäß den Nummern 3.2 (5) und 3.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“, muss beim SWR gezeigt werden, dass unter Normalbetriebsbedingungen in den Betriebsphasen A bis C ein Betrag der Abschaltreaktivität von 5 % erreicht wird. | 6.3.3 (2) | erfüllt |
| 4.1 (1)<br>Der Auslegung der gemäß Nummer 2.1 (3a) auf den Sicherheitsebenen 1 bis 3 zu verwirklichenden Maßnahmen und Einrichtungen sind jeweils zu Grunde zu legen:<br>– in der Sicherheitsebene 1 zu erwartende Betriebszustände, einschließlich von Prüfzuständen,<br>– in der Sicherheitsebene 2 Ereignisse, deren Eintreten während der Betriebsdauer der Anlage zu erwarten ist sowie<br>– in der Sicherheitsebene 3 ein abdeckendes Spektrum an Ereignissen, deren Eintreten während der Betriebsdauer der Anlage auf Grund der Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der vorhandenen Maßnahmen und Einrichtungen nicht zu erwarten, jedoch dennoch zu unterstellen ist. | | 3 (3) Verweis auf übergeordnetes Regelwerk<br>4.1 (2)<br>5.1 (1)<br>6.1 (2) und (7)<br><br>Anmerkung:<br>KTA 3101.2 legt die zu betrachtenden Ereignisse nicht selbst fest, sondern verweist auf das übergeordnete Regelwerk (relevant ist SiAnf, Anhang 2) | erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| 4.1 (2)<br>Die Auslegung der jeweiligen Maßnahmen und Einrichtungen muss derart erfolgen, dass für die zu berücksichtigenden Betriebszustände und Ereignisse unter Berücksichtigung festgelegter Randbedingungen nachgewiesen wird, dass die jeweilig geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien (siehe Anhang 2) erfüllt werden. | | 6.1 (8)<br>siehe auch Ausführungen zur Umsetzung von SiAnf, Anhang 2 | erfüllt |
| 5 (1)<br>Der Genehmigungsinhaber muss über Nachweise zur Sicherheit der Anlage verfügen. Die Nachweisführungen müssen vollständig und nachvollziehbar dokumentiert werden. Sie sind, soweit geboten, zu aktualisieren. | | 7.4<br><br>siehe auch Ausführungen zur Umsetzung von SiAnf 5 (2) | erfüllt |
| 5 (2)<br>Zur Nachweisführung der Erfüllung der technischen Sicherheitsanforderungen sind deterministische Methoden […] heranzuziehen:<br>Die deterministischen Methoden umfassen<br>a) die rechnerische Analyse von Ereignissen oder Zuständen,<br>b) die Messung oder das Experiment,<br>c) die ingenieurmäßige Bewertung. | | 7.3<br><br>Anmerkung:<br>Die Art der Nachweise ist nicht explizit in KTA 3101.2 geregelt. Es wird grundsätzlich davon ausgegangen dass die Nachweise rechnerisch geführt werden und die entsprechenden Rechenprogramme gemäß 7.3 validiert sind. | erfüllt |
| 5 (3)<br>Als Grundlage für Nachweisführungen müssen vorliegen:<br>a) eine aktuelle Zusammenstellung der sicherheitstechnisch wichtigen Informationen über den bestehenden Zustand der betroffenen Maßnahmen und Einrichtungen sowie<br>b) eine Dokumentation, dass der bestehende Zustand der betroffenen sicherheitstechnisch wichtigen Maßnahmen und Einrichtungen die aktuell geltenden Anforderungen erfüllt. | | 7.2<br><br>Anmerkung:<br>KTA 3101.2 ist nicht direkt betroffen, da es hier hauptsächlich um Anforderungen bezüglich der Dokumentation geht, die in KTA 1404 und hinsichtlich Aktualisierung in KTA 1402 geregelt sind. Spezifische Anforderungen an die Systembeschreibungen und Randbedingungen, die Grundlage der Nachweisführung sind, werden in Abschnitt 7.2 festgelegt. | erfüllt |
| 5 (4)<br>Bei der rechnerischen Analyse von Ereignisabläufen oder Zuständen müssen<br>a) für den jeweiligen Anwendungsbereich validierte Berechnungsverfahren verwendet sowie<br>b) mit der Berechnung verbundene Unsicherheiten quantifiziert oder durch geeignete Verfahren abgedeckt werden. | . | 7.3 | erfüllt |
| 5 (6)<br>Eine Messung oder ein Experiment kann als Nachweis herangezogen werden, wenn<br>a) die Übertragbarkeit der experimentellen Bedingungen auf die Anlagenzustände des jeweiligen Anwendungszusammenhangs qualifiziert ist und<br>b) die mit der Messung verbundenen Unsicherheiten quantifiziert sind. | | 7.3 | erfüllt |
| 5 (7)<br>Ingenieurmäßige Bewertungen können bei Nachweisführungen herangezogen werden, wenn hierzu ein Bewertungsmaßstab vorliegt, der auf technisch-wissenschaftlich nachvollziehbaren Grundlagen beruht. | | 7.3.3 (3)<br><br>Anmerkung:<br>„Ingenieurmäßige Bewertungen“ sind nicht direkt in KTA | erfüllt |

| Anforderungen nach SiAnf | Anforderungen nach den Interpretationen | Umsetzung in KTA 3101.2 (2012-11) | Bewertung bezüglich KTA 3101.2 |
|---|---|---|---|
| | | 3101.2 geregelt, Grundsätzlich gilt dass auf den Sicherheitsebenen 1 bis 3 validierte Modelle verwendet werden müssen; auf Sicherheitsebene 4 sind Modelle entsprechend dem aktuellen Kenntnisstand unter gesonderter Begründung zulässig | |
| Anhang 2, Tabelle 3.1a<br><br>Betrag der Abschaltreaktivität >= 1% | | 6.1 (8)<br><br>Anmerkung:<br>Es wird – wie auch bei der Diskussion der SiAnf-Kompatibilität von KTA 3107 – davon ausgegangen, dass die Nachweiskriterien in den SiAnf, Anhang 2, Tabelle 3.1a Nachweiskriterien für den rechnerischen Nachweis sind, und die Rechenfehler validierter Programme beinhalten. | erfüllt |
| Anhang 2, Tabellen 5.1 und 5.2<br>(zu betrachtende Ereignisse) | | 3 (3)<br><br>Anmerkung:<br>KTA 3101.2 verweist hinsichtlich der für die Auslegung zu betrachtenden Ereignisse nicht direkt auf die SiAnf, Anhang 2, Tabellen 5.1 und 5.2, sondern legt in 3 (3) allgemein fest, dass auf allen Sicherheitsebenenen die Vorgaben des übergeordneten Regelwerks zu berücksichtigen sind. | erfüllt |

**Tabelle 1:** Abgleich der KTA 3101.2 mit den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ und deren Interpretationen