

**Zusammenstellung des Abgleichs der KTA 3504 (2015-11)
mit den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ und deren Interpretationen**

KTA-Dok.-Nr. 3504/15/4

- (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 ELEKTRO- UND LEITTECHNIK (UA-EL) auf seiner 78. Sitzung am 01.09.2015 diskutiert und einstimmig zur Vorlage an den KTA verabschiedet.
- (3) Der KTA nahm den vorliegenden Abgleich auf seiner 70. Sitzung am 10.11.2015 zustimmend zur Kenntnis.
- (4) In den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ (SiAnf) sind folgende Anforderungen enthalten, die den Anwendungsbereich der Regel KTA 3504 betreffen:
 - a) Anforderung 2 „Technisches Sicherheitskonzept“
 - aa) Anforderung „2.1 Konzept der gestaffelten Sicherheitsebenen“
 - ab) Anforderung „2.4 Schutzkonzept gegen Einwirkungen von innen und außen sowie gegen Notstandsfälle“
 - ac) Anforderung „2.5 Radiologische Sicherheitsziele“
 - b) Anforderung 3 „Technische Anforderungen“,
 - ba) Anforderung 3.1 „Übergeordnete Anforderungen“,
 - bb) Anforderung 3.2 „Anforderungen an die Leittechnik“,
 - d) Anforderung „4 Zu berücksichtigende Betriebszustände und Ereignisse“
 - e) Anforderung „5 Anforderungen an die Nachweisführung“
 - f) Anforderung „6 Anforderungen an das Betriebsreglement“ und
 - g) Anforderung „7 Anforderungen an die Dokumentation“.
- (5) Die Anforderungen nach (4) a) bis g) werden in den Interpretationen I-1 „Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb des Reaktorkerns“, I-2 „Anforderungen an die Ausführung der Druckführenden Umschließung, der Äußeren Systeme sowie des Sicherheitsbehälters“ und I-5 „Anforderungen an die baulichen Anlagenteile, Systeme und Komponenten“ präzisiert.
- (6) Die Konkretisierungen der Festlegungen aus den SiAnf sowie deren Interpretationen in KTA 3504 sind in der nachfolgenden **Tabelle 1** dargestellt.
- (7) Inkompatibilitäten zwischen den SiAnf und den Anforderungen der Regel KTA 3504 (2015-11) 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 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>2.1 Konzept der gestaffelten Sicherheitsebenen</p> <p>2.1 (5) Das Sicherheitssystem sowie die Notstandseinrichtungen sind so auszulegen, dass sie bei Einwirkungen von innen und von außen wirksam bleiben.</p> <p>Einwirkungen aus Notstandsfällen dürfen entweder nicht zu Ausfällen von Sicherheitseinrichtungen derart führen, dass die erforderlichen Sicherheitsfunktionen nicht mehr ausreichend wirksam sind, oder es sind dafür gesondert ausgelegte Einrichtungen vorzusehen, so dass Ereignisabläufe der Sicherheitsebene 4b verhindert werden.</p> <p>2.1 (12) Die Maßnahmen und Einrichtungen aller vier Sicherheitsebenen sowie die Maßnahmen und Einrichtungen, die für Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen erforderlich sind, müssen gemäß den Erfordernissen der jeweiligen Betriebsphasen grundsätzlich verfügbar sein. Unverfügbarkeiten von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen sind in Abhängigkeit von den Betriebsphasen und von ihren sicherheitstechnischen Auswirkungen zeitlich zu begrenzen. Die dabei einzuhaltenden Bedingungen sind zu spezifizieren.</p>		<p>3 Übergeordnete Anforderungen für das Zusammenwirken von elektrischen Antrieben und Sicherheitseinrichtungen</p> <p>3.1 Grundlegende Anforderungen</p> <p>Es ist nachzuweisen, dass die elektrischen Antriebe im Zusammenwirken mit anderen aktiven und mit passiven Sicherheitseinrichtungen so ausgelegt, ausgeführt und betrieben werden, dass nichttolerierbare Auswirkungen der Störfälle und von Einwirkungen von innen und außen verhindert werden.</p> <p>Hinweis: Es ist zulässig, diesen Nachweis für die Gesamtheit aller Komponenten des Sicherheitssystems gemeinsam zu erbringen.</p> <p>3.3 Ausfallannahmen</p> <p>(1) Es ist nachzuweisen, dass die elektrischen Antriebe im Zusammenwirken mit aktiven und passiven Sicherheitseinrichtungen zusätzlich zum Störfall</p> <p>a) einen Zufallsausfall (Einzelfehler),</p> <p>b) einen Instandhaltungsfall und</p> <p>c) Folgeausfälle</p> <p>beherrschen, soweit diese Forderungen für die zugehörigen verfahrenstechnischen Systeme bestehen.</p> <p>(2) Der Zufallsausfall sowie der Instandsetzungsfall sind in der Gesamtheit der Komponenten des Sicherheitssystems, die zur Beherrschung eines Störfalles notwendig sind, nur einmal anzunehmen.</p> <p>(3) Systematische Ausfälle sind nicht zu unterstellen, wenn durch folgende Maßnahmen die Eintrittswahrscheinlichkeit systematischer Ausfälle ausreichend klein wird:</p>	<p>Erfüllt.</p> <p>3.1 musste angepasst werden, da der „Störfall“ neu definiert wurde (Anpassung an die SiAnf Anhang 1). Die neue Störfalldefinition führte dazu, dass die Einwirkungen von innen (EVI) und Einwirkungen von außen (EVA) ergänzt werden mussten. In den SiAnf Anhang 3 wurden EVI und EVA ebenfalls neu definiert. Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen, wie Flugzeugabsturz oder Explosionsdruckwelle werden aber in den SiAnf nicht mehr zu EVI und EVA gerechnet, sondern zu den Notstandsfällen. Aus diesem Grund werden, wie in KTA 3501 (2014-11), die KTA-Definitionen herangezogen, die weitreichender sind.</p> <p>Einwirkungen von außen (EVA) EVA sind außergewöhnliche naturbedingte (z. B. Hochwasser, Erdbeben) oder zivilisationsbedingte (z. B. Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle) Einwirkungen von außen.</p> <p>Quelle: KTA 2201.1 (2011-11)</p> <p>Einwirkungen von innen (EVI) EVI sind außergewöhnliche Einwirkungen resultierend aus anlageninternen Ereignissen (z. B. Differenzdrücke, Strahl und Reaktionskräfte, anlageninterne Überflutung infolge Bruch oder Leck druckführender Komponenten, Lastabsturz).</p> <p>Quelle: KTA 2201.1 (2011-11)</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		a) Auswahl geeigneter Arten von elektrischen Antrieben, b) Auslegung der elektrischen Antriebe unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden - auch störfallbedingter - Umgebungsbedingungen und etwaiger Beeinträchtigungen der Energie- und Medienversorgung, c) räumliche Trennung oder sonstige Vorsorge gegen Folgeschäden und d) Qualitätssicherung (Typprüfung, Eignungsüberprüfungen, Werksprüfungen, Inbetriebsetzungsprüfungen, wiederkehrende Prüfungen).	
<p>2.1 (13) Die Maßnahmen und Einrichtungen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a sowie die Maßnahmen und Einrichtungen, die für Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen erforderlich sind, 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. Die Anforderungen an die Qualität und Zuverlässigkeit orientieren sich an der sicherheitstechnischen Bedeutung der Maßnahmen und Einrichtungen. Für die eigens vorgesehenen Maßnahmen und Einrichtungen der Sicherheitsebenen 4b und 4c gelten abgestufte Anforderungen.</p>		<p>Gesamte KTA 3504</p>	<p>Erfüllt.</p>
<p>2.4 Schutzkonzept gegen Einwirkungen von innen und außen sowie gegen Notstandsfälle</p> <p>2.4 (1) Alle Einrichtungen, die erforderlich sind, den Kernreaktor sicher abzuschalten und in abgeschaltetem Zustand zu halten, die Nachwärme abzuführen oder eine Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern, sind so auszulegen und müssen sich dauerhaft in einem solchen Zustand befinden, dass sie ihre sicherheitstechnischen Aufgaben auch bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen (siehe Anhang 3) erfüllen.</p>		<p>3 Übergeordnete Anforderungen für das Zusammenwirken von elektrischen Antrieben und Sicherheitseinrichtungen</p>	<p>Erfüllt.</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>Hinweis: Anforderungen an diese Einrichtungen, die im Hinblick auf Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter zu beachten sind, sind nicht Gegenstand der "Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke". Sofern bei Einwirkungen von innen oder außen spezifische Anforderungen im Hinblick auf die Einhaltung radiologischer Sicherheitsziele gelten, sind diese in Anhang 3 bei den betroffenen Einwirkungen aufgeführt.</p> <p>2.4 (3) Die zueinander redundanten Teilsysteme von Sicherheitseinrichtungen sind räumlich getrennt aufzustellen oder so zu schützen, dass bei Einwirkungen von innen ein redundanzübergreifender Ausfall verhindert wird.</p> <p>2.4 (4) Alle Sicherheitseinrichtungen sind so auszulegen und müssen sich dauerhaft in einem solchen Zustand befinden, dass sie ihre sicherheitstechnischen Aufgaben auch bei Einwirkungen von außen erfüllen.</p>		<p>3.2 Versagen auslösende Ereignisse</p> <p>3.2.1 Versagen auslösende Ereignisse an den elektrischen Antrieben des Sicherheitssystems</p> <p>(1) Die elektrischen Antriebe sind mit den verfahrenstechnischen Systemen so zu planen und anzuordnen, dass ein Versagen auslösendes Ereignis an elektrischen Antrieben die notwendigen Schutzaktionen im Störfall nicht verhindert.</p> <p>Hinweis: Dies kann z. B. durch strangweisen Aufbau der verfahrenstechnischen Systeme erfolgen.</p> <p>(2) Es sind Versagen auslösende Ereignisse an den elektrischen Antrieben des Sicherheitssystems in Betracht zu ziehen wie:</p> <p>a) Ausfälle durch Kurzschlüsse, Unterbrechungen, Erdschlüsse, Spannungs- und Frequenzänderungen, mechanisches Versagen, Brand,</p> <p>b) mehrere gleichzeitig oder kurzzeitig aufeinanderfolgende Ausfälle nach a), die eine gemeinsame Ursache (Fertigungsfehler, Auslegungsfehler, Drift) haben und</p> <p>c) Fehler bei Bedienung und Wartung der elektrischen Antriebe durch das Personal.</p> <p>3.2.2 Versagen auslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage</p> <p>Es sind Versagen auslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage in Betracht zu ziehen.</p> <p>Hinweis: Siehe Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke, Anhang 4:</p>	

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>„Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums und für die Instandhaltung“. Beispiele für Versagen auslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage sind: Elektromagnetische feld- und leitungsgebundene Beeinflussung, Brand, Wassereintrich, schlagende Rohrleitung, Bruchstücke einer versagenden Komponente, mechanische Strahlwirkung von Medien wie Dampf, Wasser, Gas und Öl.</p> <p>3.2.3 Versagen auslösende Ereignisse außerhalb der Reaktoranlage</p> <p>Die elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems sind gegen die gleichen Einwirkungen von außen zu schützen wie die verfahrenstechnischen Systeme denen sie zugeordnet sind.</p> <p>Hinweis: Versagen auslösende Ereignisse sind z. B. Erdbeben, Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle, Überflutung.</p> <p>3.7 Redundanz und Unabhängigkeit</p> <p>(1) Die durch den Aufbau der verfahrenstechnischen Einrichtungen vorgegebene Redundanz und Unabhängigkeit muss durch die Auslegung und die Anordnung der elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems gewahrt bleiben.</p> <p>(2) Zum Schutz gegen die Versagen auslösenden Ereignisse nach Abschnitt 3.2 sollen elektrische Antriebe zueinander redundanter verfahrenstechnischer Stränge des Sicherheitssystems räumlich voneinander getrennt oder gegeneinander geschützt angeordnet werden. Räumliche Trennung ist nicht erforderlich, wenn die Versagen auslösenden Ereignisse Schutzaktionen nicht verhindern können.</p>	

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>2.5 Radiologische Sicherheitsziele</p> <p>2.5 (2) Alle sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen eines Kernkraftwerks müssen so ausgelegt, in einem solchen Zustand gehalten und so gegen Einwirkungen von innen und außen sowie Notstandsfälle geschützt werden, dass sie ihre sicherheitstechnischen Aufgaben zur Einhaltung der Anforderungen gemäß der Nummer 2.5 (1) erfüllen.</p>		<p>3 Übergeordnete Anforderungen für das Zusammenwirken von elektrischen Antrieben und Sicherheitseinrichtungen</p>	Erfüllt.
<p>3 Technische Anforderungen</p> <p>3.1 Übergeordnete Anforderungen</p> <p>3.1 (1) Bei Auslegung, Fertigung, Errichtung und Prüfung sowie Betrieb und Instandhaltung der sicherheitstechnisch wichtigen Anlagenteile sind Grundsätze und Verfahren anzuwenden, die den besonderen sicherheitstechnischen Erfordernissen der Kerntechnik entsprechen. Bei Anwendung von anerkannten Regeln der Technik sind diese im Einzelfall daraufhin zu überprüfen, ob sie in Bezug auf den Anwendungsfall dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.</p> <p>3.1 (2) Auf Maßnahmen und Einrichtungen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a sowie die Maßnahmen und Einrichtungen, die für Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen erforderlich sind, sind bezüglich aller Betriebsphasen sicherheitsfördernde Auslegungs-, Fertigungs- und Betriebsgrundsätze anzuwenden (siehe auch Nummer 2.1 (13)), wie insbesondere:</p> <p>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;</p> <p>b) Bevorzugung von inhärent sicher wirkenden Mechanismen bei der Auslegung;</p> <p>c) Verwendung qualifizierter Werkstoffe, Fertigungs- und Prüfverfahren sowie betriebsbewährter oder ausreichend geprüfter Einrichtungen;</p> <p>d) Instandhaltungs- und prüffreundliche Gestaltung von Ein-</p>	<p>I-5</p> <p>7.10 Anforderungen an sicherheitstechnisch wichtige Pumpen</p> <p>7.10 (2) Die Antriebsaggregate müssen für die Umgebungsbedingungen geeignet sein. Sie müssen die erforderliche Motorleistung sowie die bei Start und maximaler Leistung erforderlichen Drehmomente aufweisen. Die Schwingungsübertragung von der Pumpe auf andere Komponenten ist zu berücksichtigen. Die Antriebsaggregate müssen entsprechend gelagert und fixiert sein.</p> <p>Werden als Antriebsaggregate Dampfturbinen oder Dieselmotoren eingesetzt, sind die Anforderungen an diese Komponenten zu berücksichtigen.</p> <p>I-5</p> <p>7.13 Anforderungen an elektrische Antriebe</p> <p>7.13 (1) Die elektrischen Antriebe, die Funktionen auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a, bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen ausführen, müssen ihre Aufgabe auch bei den zu unterstellenden Umgebungsbedingungen, verfahrenstechnischen Belastungen und elektrischen Bedingungen erfüllen. Diese Anforderungen gelten auch für solche Antriebe, die Funktionen in den für anlageninterne Notfallmaßnahmen vorgesehene Einrichtungen ausführen.</p> <p>Hinweis: In 7.13 (1) werden die gemäß „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“, Nummer 3.1(10), für den Notfallschutz vorgesehene, also vorgeplanten, Einrichtungen angesprochen. Für die vorgeplanten und im Notfallhandbuch angesprochenen Einrichtungen</p>	<p>Gesamte KTA 3504</p>	Erfüllt.

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>richtungen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlenexposition des Personals;</p> <p>e) ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze;</p> <p>f) Sicherstellung und Erhalt der Qualitätsmerkmale bei Fertigung, Errichtung und Betrieb;</p> <p>g) Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen in dem sicherheitstechnisch notwendigen Umfang;</p> <p>h) zuverlässige Überwachung der in den jeweiligen Betriebsphasen relevanten Betriebszustände;</p> <p>i) Aufstellung und Anwendung eines Überwachungskonzepts mit Überwachungseinrichtungen zur Erkennung und Beherrschung betriebs- und alterungsbedingter Schäden;</p> <p>j) Aufzeichnung, Auswertung und sicherheitsbezogene Verwertung von Betriebserfahrungen.</p> <p>3.1 (3) Zur Gewährleistung einer ausreichenden Zuverlässigkeit der Einrichtungen der Sicherheitsebene 3 (Sicherheitseinrichtungen) sind zusätzlich zu der Nummer 3.1 (2) folgende Auslegungsgrundsätze anzuwenden:</p> <p>a) Redundanz;</p> <p>b) Diversität;</p> <p>c) Entmaschung von redundanten Teilsystemen, soweit dieser sicherheits-technische Nachteile nicht entgegenstehen;</p> <p>d) räumliche Trennung redundanter Teilsysteme;</p> <p>e) sicherheitsgerichtetes Systemverhalten bei Fehlfunktion von Teilsystemen oder Anlagenteilen;</p> <p>f) Bevorzugung passiver gegenüber aktiven Sicherheitseinrichtungen;</p> <p>g) die Hilfs- und Versorgungssysteme der Sicherheitseinrichtungen sind so zuverlässig auszulegen und gegen Einwirkungen zu schützen, dass sie die erforderliche hohe Verfügbarkeit der zu versorgenden Einrichtungen absichern;</p> <p>h) Automatisierung (in der Störfallanalyse sind von Hand auszulösende Schutzaktionen grundsätzlich nicht vor Ablauf von 30 Minuten zu kreditieren).</p> <p>3.1 (4) Qualität und Zuverlässigkeit aller Einrichtungen des Kernkraftwerks müssen ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung entsprechen.</p> <p>Alle sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen sind hinsichtlich ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung zu klassifizieren. Die in</p>	<p>wird die Kenntnis über die herrschenden Umgebungsbedingungen vorausgesetzt.</p> <p>7.13 (2) Die Schutzeinrichtungen der elektrischen Antriebe sind mit den zu schützenden Antrieben und der elektrischen Energieversorgung so abzustimmen, dass sowohl die Komponenten sicher geschützt sind als auch ein ausreichender Abstand zu den ungünstigsten Betriebswerten der elektrischen Versorgung besteht. Das Ansprechen von Schutzeinrichtungen ist zu signalisieren.</p> <p>7.13 (3) Einrichtungen des Aggregateschutzes sind so auszulegen, dass bei Anforderung elektrischer Antriebe durch das Sicherheitssystem der Aggregateschutz grundsätzlich nicht wirksam wird.</p> <p>7.13 (4) Bei elektrischen Antrieben von Armaturen ist die Reduktion von Leistung, Moment oder Kraft infolge Eigenerwärmung, erhöhter Umgebungstemperatur und Spannungsfall bis zum Antrieb für den jeweiligen Anforderungsfall zu berücksichtigen.</p>		

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>den spezifizierten Klassen gelten den Kriterien für Qualität und Zuverlässigkeit sind zu definieren und müssen insbesondere Angaben über die einzuhaltenden Vorgaben im Hinblick auf Auslegung, Fertigung, Umgebungs- und Wirksamkeitsbedingungen, Notstromversorgung und die dauerhafte Aufrechterhaltung der Qualität enthalten.</p> <p>1. Von hoher sicherheitstechnischer Bedeutung und entsprechend zu klassifizieren sind:</p> <p>a) Einrichtungen, deren Versagen zu nicht beherrschbaren Ereignisabläufen führt und</p> <p>b) Einrichtungen, die zur Störfallbeherrschung erforderlich sind, einschließlich der hierfür notwendigen Hilfs- und Versorgungssysteme, sowie</p> <p>c) Notstandseinrichtungen.</p> <p>2. Von abgestufter sicherheitstechnischer Bedeutung und entsprechend differenziert zu klassifizieren sind:</p> <p>a) Einrichtungen, die zur Störfallvermeidung erforderlich sind, einschließlich der hierfür notwendigen Hilfs- und Versorgungssysteme.</p> <p>b) Einrichtungen zur Einhaltung und Überwachung festgelegter radiologischer Werte, insbesondere durch Aufrechterhaltung der erforderlichen Wirksamkeit von Barrieren und Rückhaltefunktionen.</p> <p>c) Sonstige Einrichtungen zur Durchführung von Aufgaben mit sicherheitstechnischer Bedeutung.</p> <p>d) Einrichtungen des anlageninternen Notfallschutzes.</p>			
<p>3.1 (5) Die Potentiale für Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache von Sicherheitseinrichtungen sind zu analysieren. Es sind Vorkehrungen zur Minderung der Eintrittswahrscheinlichkeit solcher Ausfälle derart zu treffen, dass ein Mehrfachausfall von Sicherheitseinrichtungen auf der Sicherheitsebene 3 nicht unterstellt werden muss. Redundante Sicherheitseinrichtungen, bei denen Möglichkeiten für Ausfälle infolge gemeinsamer Ursache identifiziert sind, sind dazu, soweit technisch sinnvoll, diversitär auszuführen.</p>		<p>8 Elektrotechnische Auslegung der Steuerelementantriebe</p> <p>(2) Für die Auslöseschaltung des Reaktorschnellabschaltsystems sind hinsichtlich der Ausfallkombinationen die Anforderungen von KTA 3501 Abschnitt 4.1.3 einzuhalten, wobei systematische Ausfälle durch diversitäre Auslegung zu verhindern sind.</p> <p>Hinweis: Diese Forderung kann z. B. bei DWR-Anlagen (Steuerelementeinfall durch Schwerkraft) durch Abschalten der Stromversorgung der Steuerelementantriebe und durch Abschalten der zugehörigen Sammelschienspan-</p>	Erfüllt.

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>nung mittels unterschiedlicher Schaltgeräte erfüllt werden.</p> <p>3.3 Ausfallannahmen</p> <p>(1) Es ist nachzuweisen, dass die elektrischen Antriebe im Zusammenwirken mit aktiven und passiven Sicherheitseinrichtungen zusätzlich zum Störfall</p> <p>a) einen Zufallsausfall (Einzelfehler),</p> <p>b) einen Instandhaltungsfall und</p> <p>c) Folgeausfälle</p> <p>beherrschen, soweit diese Forderungen für die zugehörigen verfahrenstechnischen Systeme bestehen.</p> <p>(2) Der Zufallsausfall sowie der Instandsetzungsfall sind in der Gesamtheit der Komponenten des Sicherheitssystems, die zur Beherrschung eines Störfalles notwendig sind, nur einmal anzunehmen.</p> <p>(3) Systematische Ausfälle sind nicht zu unterstellen, wenn durch folgende Maßnahmen die Eintrittswahrscheinlichkeit systematischer Ausfälle ausreichend klein wird:</p> <p>a) Auswahl geeigneter Arten von elektrischen Antrieben,</p> <p>b) Auslegung der elektrischen Antriebe unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden - auch störfallbedingter - Umgebungsbedingungen und etwaiger Beeinträchtigungen der Energie- und Medienversorgung,</p> <p>c) räumliche Trennung oder sonstige Vorsorge gegen Folgeschäden und</p> <p>d) Qualitätssicherung (Typprüfung, Eignungsüberprüfungen, Werkprüfungen, In-</p>	

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>betriebssetzungsprüfungen, wiederkehrende Prüfungen).</p> <p>3.4 Verfahrenstechnische Auslegung</p> <p>(1) Die elektrischen Antriebe für Armaturen und Arbeitsmaschinen eines verfahrenstechnischen Systems sollen strangbezogen entsprechend dem verfahrenstechnischen Systemaufbau angeordnet werden.</p> <p>(2) Ist ein sicheres Absperrn und Öffnen einer Medienversorgung erforderlich, so muss durch die Schaltung der Armaturen für beide Aktionen eine hohe Zuverlässigkeit erreicht werden.</p> <p>Hinweis: Dies kann z. B. durch die Reihenschaltung von jeweils zwei parallel geschalteten Ventilen erreicht werden (H-Schaltung).</p> <p>(3) Verfahrenstechnische Systeme sollen so ausgelegt werden, dass Armaturen und Arbeitsmaschinen des Sicherheitssystems mit den zugehörigen elektrischen Antrieben zu Prüfzwecken während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Reaktoranlage ohne eine unzulässige Minderung der Sicherheit der Anlage und unter Belastung, z. B. bei Pumpen mit Mindestfördermenge, betrieben werden können.</p> <p>(4) Zur Überwachung der verfahrenstechnischen Funktion einer Sicherheitsteileinrichtung sollen Rückmeldungen aus Prozessvariablen abgeleitet werden. Werden zur Überwachung der verfahrenstechnischen Funktion einer Sicherheitsteileinrichtung Stellungsrückmeldungen von elektrischen Antrieben verwendet, ist eine zuverlässige Kopplung zwischen dem Stellungssignalgeber und dem Stellglied sicherzustellen.</p>	

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>3.7 Redundanz und Unabhängigkeit</p> <p>(1) Die durch den Aufbau der verfahrenstechnischen Einrichtungen vorgegebene Redundanz und Unabhängigkeit muss durch die Auslegung und die Anordnung der elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems gewahrt bleiben.</p> <p>(2) Zum Schutz gegen die Versagen auslösenden Ereignisse nach Abschnitt 3.2 sollen elektrische Antriebe zueinander redundanter verfahrenstechnischer Stränge des Sicherheitssystems räumlich voneinander getrennt oder gegeneinander geschützt angeordnet werden. Räumliche Trennung ist nicht erforderlich, wenn die Versagen auslösenden Ereignisse Schutzaktionen nicht verhindern können.</p>	
<p>3.1 (6) Die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit von Sicherheitsfunktionen der Sicherheitsebene 3 sind durch Maßnahmen und Einrichtungen, einschließlich ihrer Hilfs- und Versorgungssysteme, sicherzustellen</p> <ul style="list-style-type: none"> - für alle bei den Ereignisabläufen zu unterstellenden Bedingungen, - bei störfallbedingten Folgeausfällen, - bei gleichzeitigem oder zeitlich versetztem Ausfall der Eigenbedarfsversorgung sowie - bei Ausfällen oder Unverfügbarkeiten gemäß dem Einzelfehlerkonzept nach der Nummer 3.1 (7). <p>Zwischen betrieblichen Grenzwerten und den Grenzwerten, die Sicherheitseinrichtungen auslösen, müssen ausreichende Abstände derart vorhanden sein, dass eine unerwünschte häufige Aktivierung von Sicherheitseinrichtungen nicht erfolgt. Grenzwerte, die Sicherheitseinrichtungen auslösen, müssen konservativ angesetzt werden, damit Unsicherheiten in den</p>		Gesamte KTA 3504	Erfüllt.

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
Sicherheitsanalysen berücksichtigt werden.			
<p>3.1 (7) 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</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein ungünstigst wirkender Einzelfehler in einer Sicherheitseinrichtung infolge eines zufälligen Ausfalls auftritt und - gleichzeitig eine in Kombination mit dem Einzelfehler ungünstigst wirkende Unverfügbarkeit in einer Sicherheitseinrichtung infolge von Instandhaltungsmaßnahmen vorliegt. <p>Einzelfehler werden grundsätzlich sowohl bei aktiven, als auch bei passiven Einrichtungen unterstellt, Ausnahmen sind zu begründen.</p> <p>Hinweis: Konkretisierende Anforderungen zur Anwendung des Einzelfehlerkonzepts enthält Anhang 4 „Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums und für die Instandhaltung“. Anhang 4 enthält darüber hinaus auch Anforderungen zur Planung und Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen soweit diese für die Anwendung und Wirksamkeit des Einzelfehlerkonzepts von Relevanz sind.</p>		<p>3.3 Ausfallannahmen</p> <p>(1) Es ist nachzuweisen, dass die elektrischen Antriebe im Zusammenwirken mit aktiven und passiven Sicherheitseinrichtungen zusätzlich zum Störfall</p> <ol style="list-style-type: none"> a) einen Zufallsausfall (Einzelfehler), b) einen Instandhaltungsfall und c) Folgeausfälle <p>beherrschen, soweit diese Forderungen für die zugehörigen verfahrenstechnischen Systeme bestehen.</p> <p>(2) Der Zufallsausfall sowie der Instandsetzungsfall sind in der Gesamtheit der Komponenten des Sicherheitssystems, die zur Beherrschung eines Störfalls notwendig sind, nur einmal anzunehmen.</p> <p>(3) Systematische Ausfälle sind nicht zu unterstellen, wenn durch folgende Maßnahmen die Eintrittswahrscheinlichkeit systematischer Ausfälle ausreichend klein wird:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Auswahl geeigneter Arten von elektrischen Antrieben, b) Auslegung der elektrischen Antriebe unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden - auch störfallbedingter - Umgebungsbedingungen und etwaiger Beeinträchtigungen der Energie- und Medienversorgung, c) räumliche Trennung oder sonstige Vorsorge gegen Folgeschäden und d) Qualitätssicherung (Typprüfung, Eignungsüberprüfungen, Werksprüfungen, Inbetriebsetzungsprüfungen, wiederkehrende Prüfungen). 	Erfüllt

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>3.7 Redundanz und Unabhängigkeit</p> <p>(1) Die durch den Aufbau der verfahrenstechnischen Einrichtungen vorgegebene Redundanz und Unabhängigkeit muss durch die Auslegung und die Anordnung der elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems gewahrt bleiben.</p> <p>(2) Zum Schutz gegen die Versagen auslösenden Ereignisse nach Abschnitt 3.2 sollen elektrische Antriebe zueinander redundanter verfahrenstechnischer Stränge des Sicherheitssystems räumlich voneinander getrennt oder gegeneinander geschützt angeordnet werden. Räumliche Trennung ist nicht erforderlich, wenn die Versagen auslösenden Ereignisse Schutzaktionen nicht verhindern können.</p>	
<p>3.1 (8) In Betriebsphasen, in denen Teile von Sicherheitseinrichtungen gemäß den Betriebsvorschriften nicht verfügbar sein müssen, ist die zuverlässige und wirksame Beherrschung der in diesen Phasen zu unterstellenden Ereignisse auch unter diesen Bedingungen zu gewährleisten.</p>		<p>3.5 Prüfbarkeit und Überwachung der elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems</p> <p>(1) Die elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems sollen so prüfbar sein, dass bei Ansteuerung durch betriebliche Signale alle Schutzeinrichtungen während der Prüfung wirksam sind.</p> <p>(2) Werden die elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems über Steckverbindungen angeschlossen (Leistungs- und Steuerkabel), so soll von der Warte direkt, z. B. durch Drahtbruchüberwachung, oder indirekt, z. B. durch Funktionskontrolle des Antriebs, das Auftrennen der Steckverbindung erkennbar sein.</p> <p>(3) Die Stellantriebe des Sicherheitssystems müssen so prüfbar sein, dass die Absteuerung der elektrischen Stellantriebe bei der Prüfung wirksam bleibt.</p>	Erfüllt.

		<p>3.6 Beanspruchungen bei Leckratenprüfungen des Reaktorsicherheitsbehälters</p> <p>Elektrische Antriebe innerhalb des Sicherheitsbehälters müssen so ausgelegt sein, dass ihre Funktionsfähigkeit durch den Überdruck bei wiederkehrenden Prüfungen des Sicherheitsbehälters nicht beeinträchtigt wird.</p> <p>15 Inbetriebsetzungsprüfungen</p> <p>(1) Die Inbetriebsetzungsprüfungen der elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems sind nach einem Inbetriebsetzungsprogramm durchzuführen. Die Anforderungen von KTA 3506 Abschnitt 4 sind zu berücksichtigen.</p> <p>(2) Bei den elektrischen Antrieben des Sicherheitssystems sind im Wesentlichen folgende Prüfungen durchzuführen:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Kontrolle der Einhaltung der Herstellervorgaben. b) Der Isolationswiderstand ist zu prüfen. c) Eine Prüfung der nach DIN VDE 0100-410 vorzusehenden Schutzmaßnahmen ist durchzuführen. d) Eine Messung des Schleifenwiderstandes des Leistungskabels ist durchzuführen. Dabei ist zu überprüfen, ob der spezifizierte Spannungsfall nicht überschritten wird. e) Eine Drehrichtungskontrolle ist durchzuführen. f) Die Funktionsfähigkeit von Weg- und Drehmomentabsteuerung, Überbrückungen und Rückmeldungen ist jeweils zu prüfen. <p>Die verfahrenstechnischen Systeme brauchen bei diesen Prüfungen nicht betrieben zu werden.</p> <p>16 Wiederkehrende Prüfungen</p>	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>Hinweis:</p> <p>Ergänzende Anforderungen sind in KTA 3706 „Sicherstellung des Erhalts der Kühlmittelverlust-Störfallfestigkeit von Komponenten der Elektro- und Leittechnik in Betrieb befindlicher Kernkraftwerke“ festgelegt.</p> <p>(1) Die Prüfungen sind in Abstimmung mit den wiederkehrenden Prüfungen des verfahrenstechnischen Systems so durchzuführen, dass die notwendigen Schutzaktionen nicht verhindert werden.</p> <p>(2) Wiederkehrende Prüfungen sind so durchzuführen, dass die Erhaltung der Funktionsfähigkeit der elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems nachgewiesen wird.</p> <p>(3) Eine regelmäßige betrieblich angeforderte Funktion darf als wiederkehrende Prüfung zur Feststellung der erfüllten Funktion nach den Absätzen 6 a) oder 7 a) oder 8 a) gewertet werden.</p> <p>(4) Falls der Zusammenhang mit dem verfahrenstechnischen System keine Prüfungen während des Leistungsbetriebes der Anlage zulässt, sind wiederkehrende Prüfungen während der Abschaltphasen der Anlage durchzuführen.</p>	
<p>3.1 (12) Prüfung und Wartung 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 prüfbareren Qualitätsmerkmalen erkennen zu können. Die Funktion von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen ist unter Bedingungen, die möglichst dem Anforderungsfall entsprechen, im erforderlichen Umfang zu prüfen.</p>	<p>I-2</p> <p>2.2 Grundsätze der Basissicherheit bei Auslegung und Herstellung</p> <p>2.2 (2) Weiterhin sind alle Komponenten konstruktiv so zu gestalten, dass die Anforderungen für eine beanspruchungsgünstige, werkstoff-, fertigungs- und funktionsgerechte sowie wartungsfreundliche Ausführung erfüllt sind und die zerstörungsfreien Prüfungen bei der Herstellung und am Aufstellungsort sowie die zerstörungsfreien wiederkehrenden Prüfungen im erforderlichen Umfang durchführbar sind. Dies gilt insbesondere für Schweißnähte und</p>	<p>3.5 Prüfbarkeit und Überwachung der elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems</p> <p>(1) Die elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems sollen so prüfbar sein, dass bei Ansteuerung durch betriebliche Signale alle Schutzeinrichtungen während der Prüfung wirksam sind.</p> <p>(2) Werden die elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems über Steckverbindungen angeschlossen (Leistungs- und Steuercabel), so soll</p>	<p>Erfüllt.</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>3.1 (12a) Wenn an Einrichtungen regelmäßig wiederkehrende Prüfungen nach dem Stand der Technik nicht in dem für die Erkennung etwaiger Mängel erforderlichen Umfang durchgeführt werden können, ist sicherzustellen, dass für die nicht oder nur eingeschränkt prüfbaren Bereiche Vorkehrungen gegen ein Versagen durch mögliche Schädigungsmechanismen, wie Ermüdung, Korrosion und andere Alterungsmechanismen, derart getroffen sind, dass aus dem Betrieb und nach dem Stand von Wissenschaft und Technik für diesen Bereich keine sicherheitstechnisch relevante Schädigung zu besorgen ist, eine Herstellungsdocumentation vorliegt und daraus keine Auffälligkeiten oder Abweichungen von den einzuhaltenden Vorgaben abzuleiten sind.</p> <p>3.1 (12b) Im Falle einer solchen eingeschränkten Prüfbarkeit sind für die Beherrschung trotz der Vorkehrungen gemäß Nummer 3.1 (12a) zu unterstellender möglicher Folgen aus diesem Mangel Maßnahmen und Einrichtungen derart vorzusehen, dass bei den unter diesen Umständen in Betracht zu ziehenden Ereignissen die Einhaltung der jeweiligen sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien sichergestellt ist.</p>	<p>den Trägerwerkstoff plattierter Werkstoffbereiche.</p>	<p>von der Warte direkt, z. B. durch Drahtbruchüberwachung, oder indirekt, z. B. durch Funktionskontrolle des Antriebs, das Auftrennen der Steckverbindung erkennbar sein.</p> <p>(3) Die Stellantriebe des Sicherheitssystems müssen so prüfbar sein, dass die Absteuerung der elektrischen Stellantriebe bei der Prüfung wirksam bleibt.</p> <p>3.6 Beanspruchungen bei Leckratenprüfungen des Reaktorsicherheitsbehälters</p> <p>Elektrische Antriebe innerhalb des Sicherheitsbehälters müssen so ausgelegt sein, dass ihre Funktionsfähigkeit durch den Überdruck bei wiederkehrenden Prüfungen des Sicherheitsbehälters nicht beeinträchtigt wird.</p>	
<p>3.2 Anforderungen an den Reaktorkern und die Abschalt-einrichtungen</p> <p>3.2 (5) Der Reaktor ist</p> <ul style="list-style-type: none"> - mit mindestens einer Einrichtung zur schnellen Abschaltung (Schnellabschaltsystem) mittels Steuerelementen sowie - mit mindestens einer weiteren, davon unabhängigen und diversitären Abschalt-einrichtung zur Herbeiführung und dauerhaften Aufrechterhaltung der Unterkritikalität mittels der Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel auszustatten. <p>Die Regelungs- oder Begrenzungseinrichtungen der Reaktorleistung können ganz oder teilweise identisch mit den Abschalt-einrichtungen sein, sofern die Wirksamkeit der Abschalt-einrichtungen jederzeit im geforderten Maße gegeben bleibt.</p> <p>3.2 (6) Das Schnellabschaltsystem muss alleine in der Lage sein, den Reaktor</p>	<p>I-1</p> <p>4 Anforderungen an die Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalt-einrichtungen</p> <p>4 (1) Bei der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalt-einrichtungen der Reaktorleistung sind die mechanischen, thermischen, chemischen und durch Strahlung hervorgerufenen Einwirkungen zu berücksichtigen, die</p> <ul style="list-style-type: none"> a) während des Normalbetriebs der Anlage sowie b) bei Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalt-einrichtungen, deren Funktion zur Ereignisbeherrschung auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a, bei Einwirkungen von innen oder außen sowie bei Notstandsfällen erforderlich ist, auch unter den jeweiligen Ereignisbedingungen auftreten können und für die Sicherstellung der Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Einrichtungen wesentlich sind. 	<p>8 Elektrotechnische Auslegung der Steuerelementantriebe</p> <p>(1) An die elektrotechnische Auslegung der Steuerelementantriebe des Reaktorschnellabschaltsystems werden folgende Anforderungen gestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Die Steuerelementantriebe sind auf die Umgebungsbedingungen bei bestimmungsgemäßem Betrieb und den zu betrachtenden Störfällen auszulegen. b) Die Steuerelementantriebe und ihre Antriebssteuerung sind so auszulegen, dass die in der Störfallanalyse zugrunde gelegten Grenzen der Fahrgeschwindigkeiten eingehalten werden. 	<p>Erfüllt.</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>- aus jedem Zustand der Sicherheitsebenen 1 bis 3 heraus, auch bei unterstellter Unwirksamkeit des reaktivitätswirksamsten Steuerelements sowie</p> <p>- 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.</p> <p>Hinweis: Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 3 kann im Hinblick auf die einzuhaltende Unterkritikalität die unterstellte Unwirksamkeit des reaktivitätswirksamsten Steuerelements als Einzelfehler gemäß der Nummer 3.1 (7) behandelt werden.</p> <p>3.2 (7) 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. 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.</p> <p>Beim SWR müssen folgende Einrichtungen in der Lage sein, jeweils alleine den geforderten Betrag der Unterkritikalität zu erbringen:</p> <p>- 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</p> <p>- bei den Zuständen der Sicherheitsebene 1 die Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel.</p> <p>Sofern die dauerhafte Aufrechterhaltung der Unterkritikalität auf</p>	<p>4 (2) Das Schnellabschaltssystem gemäß der Nummern 3.2 (5) und 3.2 (6) der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“</p> <p>a) muss von Anregungen automatisch ausgelöst werden, die aus verschiedenen Prozessvariablen gebildet werden;</p> <p>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).</p> <p>4 (3) 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.</p> <p>4 (4) Gegen den Auswurf eines Steuerelements (siehe Ereignisse D3-16 und S3-09 in Anhang 2 der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“) sind außer der sicheren Auslegung und der sorgfältigen Fertigungskontrolle davon unabhängige Einrichtungen zur Begrenzung der Auswurfhöhe vorzusehen, es sei denn, es ist nachgewiesen, dass beim vollständigen Auswurf des Steuerelements mit dem größten Reaktivitätswert die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.</p> <p>Gegen das Herausfallen eines Steuerelements beim SWR (siehe Ereignis S3-10 in Anhang 2 der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“) sind außer der sicheren Auslegung, der sorgfältigen Fertigungskontrolle und leittechnischer Verriegelungen davon unabhängige Einrichtungen zur Begrenzung des Fallwegs vorzusehen, es sei denn, es ist nachgewiesen, dass beim vollständigen Herausfallen des Steuerelements mit dem größten Reaktivitätswert die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.</p>	<p>c) Bei gekühlten Antrieben muss die Antriebswicklung so ausgelegt sein, dass der Ausfall aktiver Komponenten des Kühlsystems für 30 min zulässig ist. Auf diese Auslegung darf verzichtet werden, wenn das Kühlsystem mit seinen aktiven Komponenten das Einzelfehlerkriterium erfüllt. Der Ausfall des Kühlsystems muss zu einer Gefahrenmeldung der Klasse I führen.</p> <p>d) Falls in der Störfallanalyse vorausgesetzt wird, dass die Abschaltposition durch eine elektrische Nachlaufeinrichtung (z. B. Mutternachlauf) gesichert ist, muss der Antrieb bei Eintritt des Störfalls diesen Nachlauf ausführen können.</p> <p>(2) Für die Auslöseschaltung des Reaktor-schnellabschaltsystems sind hinsichtlich der Ausfallkombinationen die Anforderungen von KTA 3501 Abschnitt 4.1.3 einzuhalten, wobei systematische Ausfälle durch diversitäre Auslegung zu verhindern sind.</p> <p>Hinweis: Diese Forderung kann z. B. bei DWR-Anlagen (Steuerelementeinfall durch Schwerkraft) durch Abschalten der Stromversorgung der Steuerelementantriebe und durch Abschalten der zugehörigen Sammelschienspannung mittels unterschiedlicher Schaltgeräte erfüllt werden.</p> <p>(3) Durch Unterlagen ist darzulegen, dass die Anforderungen nach den Absätzen 1 und 2 erfüllt werden.</p>	

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>den Sicherheitsebenen 1 bis 3 allein durch Steuerelemente sichergestellt wird, ist die Unwirksamkeit des wirksamsten Steuerelements zu unterstellen.</p> <p>Hinweis: Auf der Sicherheitsebene 3 kann dies als Einzelfehler gemäß der Nummer 3.1 (7) behandelt werden.</p>			
<p>4 Zu berücksichtigende Betriebszustände und Ereignisse</p> <p>4.1 Betriebszustände, Störungen und Störfälle</p> <p>4.1 (1) Der Auslegung der gemäß der Nummer 2.1 (3a) auf den Sicherheitsebenen 1 bis 3 zu verwirklichenden Maßnahmen und Einrichtungen sind jeweils zu Grunde zu legen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - in der Sicherheitsebene 1 zu erwartende Betriebszustände, einschließlich von Prü fzuständen, - in der Sicherheitsebene 2 Ereignisse, deren Eintreten während der Betriebsdauer der Anlage zu erwarten ist sowie - 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. <p>4.1 (2) 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.</p> <p>4.1 (3) Die Vollständigkeit und der abdeckende Charakter der zu betrachtenden Ereignisse sind anlagenspezifisch zu gewährleisten.</p> <p>Hinweis: Siehe hierzu Anhang 2.</p> <p>4.1 (4) Für definierte Ereignisse können optional Nachweise dahingehend geführt werden, dass durch spezielle Vorsorgemaßnahmen der Eintritt dieser Ereignisse als verhindert bewertet werden kann. Diese Ereignisse sind in den Ereignislisten im Anhang 2 gesondert gekennzeichnet.</p> <p>Qualität und Zuverlässigkeit der zu treffenden Vorsorgemaßnahmen</p>		Gesamte KTA 3504	Erfüllt.

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>hat sich an den potenziellen Auswirkungen zu orientieren.</p> <p>Bei Ereignissen, deren Eintreten bei Vorhandensein spezieller Vorsorgemaßnahmen verhindert ist, ist die Nachweisführung auf die Einhaltung der Anforderungen an die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der hierzu realisierten Vorsorgemaßnahmen zu beziehen.</p> <p>Hinweis: Siehe hierzu Anhang 2.</p> <p>4.2 Einwirkungen von innen und außen sowie aus Notstandsfällen</p> <p>4.2 (1) Der Auslegung der Einrichtungen gemäß Nummer 2.4 (1) sind zu Grunde zu legen:</p> <p>a) die jeweils folgenschwersten Einwirkungen von innen oder zu unterstellender Einwirkungen von außen;</p> <p>b) die Besonderheiten lange andauernder Einwirkungen von außen;</p> <p>c) Kombinationen mehrerer zu unterstellender Einwirkungen von außen (z. B. Erdbeben, Hochwasser, Sturm, Blitz) sowie aus Notstandsfällen untereinander oder Kombinationen dieser Einwirkungen mit anlageninternen Ereignissen (z. B. Rohrleitungsbruch, Brände in der Anlage, Notstromfall). Diese Kombinationen müssen dann unterstellt werden, wenn die zu kombinierenden Ereignisse in einem kausalen Zusammenhang stehen können oder wenn ihr gleichzeitiges Eintreten auf Grund der Wahrscheinlichkeit und des Schadensausmaßes in Betracht zu ziehen ist.</p> <p>4.2 (2) Als die folgenschwersten Einwirkungen von außen sind diejenigen Einwirkungen zu unterstellen, die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik standortspezifisch anzunehmen sind. Dabei ist auch die zukünftige Entwicklung der Eigenschaften des Standortes im Hinblick auf die zu betrachtenden Einwirkungen von außen einzubeziehen.</p>			

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>5 Anforderungen an die Nachweisführung</p> <p>5 (1) Der Genehmigungsinhaber muss über Nachweise zur Sicherheit der Anlage verfügen.</p> <p>Die Nachweisführungen müssen vollständig und nachvollziehbar dokumentiert werden. Sie sind, soweit geboten, zu aktualisieren.</p> <p>Hinweis: Konkretisierungen hierzu sind in Anhang 5 dargestellt.</p> <p>5 (2) Zur Nachweisführung der Erfüllung der technischen Sicherheitsanforderungen sind deterministische Methoden sowie die probabilistische Sicherheitsanalyse heranzuziehen:</p> <p>Die deterministischen Methoden umfassen</p> <p>a) die rechnerische Analyse von Ereignissen oder Zuständen,</p> <p>b) die Messung oder das Experiment,</p> <p>c) die ingenieurmäßige Bewertung.</p> <p>5 (3) Als Grundlage für Nachweisführungen müssen vorliegen:</p> <p>a) eine aktuelle Zusammenstellung der sicherheitstechnisch wichtigen Informationen über den bestehenden Zustand der betroffenen Maßnahmen und Einrichtungen sowie</p> <p>b) eine Dokumentation, dass der bestehende Zustand der betroffenen sicherheitstechnisch wichtigen Maßnahmen und Einrichtungen die aktuell geltenden Anforderungen erfüllt.</p> <p>5 (4) Bei der rechnerischen Analyse von Ereignisabläufen oder Zuständen müssen</p> <p>a) für den jeweiligen Anwendungsbereich validierte Berechnungsverfahren verwendet sowie</p> <p>b) mit der Berechnung verbundene Unsicherheiten quantifiziert oder durch geeignete Verfahren abgedeckt werden.</p> <p>5 (6) Eine Messung oder ein Experiment kann als Nachweis herangezogen werden, wenn</p> <p>a) die Übertragbarkeit der experimentellen Bedingungen auf die Anlagenzustände des jeweiligen Anwendungszusammenhangs qualifiziert ist und</p> <p>b) die mit der Messung verbundenen Unsicherheiten quantifiziert sind.</p>		<p>9 Grundsätzliche Anforderungen an Typprüfungen von elektrischen Antrieben des Sicherheitssystems</p> <p>10 Typprüfungen von Stellantrieben</p> <p>11 Typprüfungen von Betätigungsmagneten für Ventile</p> <p>12 Typprüfungen von elektrischen Antrieben von Arbeitsmaschinen</p> <p>13 Eignungsüberprüfung von elektrischen Antrieben des Sicherheitssystems</p> <p>14 Werksprüfungen</p> <p>15 Inbetriebsetzungsprüfungen</p> <p>16 Wiederkehrende Prüfungen</p> <p>17 Prüfungen bei Wartung oder nach Instandsetzung</p> <p>18 Prüfnachweise</p> <p>19 Prüfer</p> <p>20 Dokumentation</p>	Erfüllt.

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>5 (7) Ingenieurmäßige Bewertungen können bei Nachweisführungen herangezogen werden, wenn hierzu ein Bewertungsmaßstab vorliegt, der auf technisch-wissenschaftlich nachvollziehbaren Grundlagen beruht.</p>			
<p>6 Anforderungen an das Betriebsreglement</p> <p>6 (1) Für den sicheren Betrieb einer Anlage sind schriftliche Anweisungen zu erstellen, in denen festgelegt sind:</p> <p>a) Ein hinreichend vollständiger Satz an Vorgaben, bei deren Einhaltung gewährleistet ist, dass die Auslegung, die Überwachung und der Betrieb der Anlage den Sicherheitsanforderungen und Bedingungen der Genehmigung entspricht. Die Vorgaben müssen insbesondere verfahrenstechnische Grenzwerte, einzuhaltende Anlagenzustände, Wirksamkeits-, Verfügbarkeits- und relevante Randbedingungen sicherheitstechnisch wichtiger Anlagenteile umfassen (Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs). Die Festlegung der Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs muss nachvollziehbar auf der Basis der Anlagenauslegung, der Sicherheitsanalysen, der Genehmigungsbedingungen und der Erfahrungen aus Inbetriebnahme und Betrieb begründet sein. Die Festlegung der Grenzwerte und Bedingungen des sicheren Betriebs muss alle Betriebsphasen umfassen.</p> <p>b) Handlungsanweisungen für den Fall von Abweichungen von Grenzwerten und Bedingungen des sicheren Betriebs.</p> <p>c) Die Vorgaben, die einzuhalten sind, um Ereignisse der Sicherheitsebenen 2 bis 4a, Ereignisse aus Einwirkungen von innen und außen sowie Notstandsfällen zu vermeiden sowie zu beherrschen. Die Vorgaben müssen alle Maßnahmen beinhalten, die zur Erhaltung sowie zum Erreichen eines sicheren Anlagenzustands erforderlich sind.</p> <p>d) Die implementierten Notfallmaßnahmen und Handlungsempfehlungen des anlageninternen Notfallschutzes. Die Einstiegskriterien für deren Anwendung sind festzulegen. Es müssen Kriterien festgelegt sein, anhand derer festgestellt werden kann, ob die langfristige Einhaltung der Schutzziele gewährleistet oder ein langfristig</p>		<p>Anforderungen, die übergeordnet mit der KTA 3504 in Verbindung stehen</p>	<p>Erfüllt.</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>kontrollierbarer Anlagenzustand erreicht ist.</p> <p>e) Die erforderlichen wiederkehrenden Prüfungen an sicherheitstechnisch wichtigen Maßnahmen und Einrichtungen.</p> <p>f) Die für die Gewährleistung eines sicheren Anlagenbetriebs relevanten organisatorischen Regelungen (Aufbau- und Ablauforganisation).</p> <p>g) Die Mindestanforderungen an die Anzahl und die Qualifikation des Personals sowie die personellen Mindestverfügbarkeiten in der Anlage zur Sicherstellung eines sicheren Anlagenbetriebs und der Beherrschung von Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4. Dabei sind auch auslösende Ereignisse oder Folgeereignisse von Einwirkungen von innen und außen sowie Notstandsfällen und Personenunfälle zu berücksichtigen.</p> <p>h) Die organisatorischen Voraussetzungen für den anlageninternen Notfallschutz.</p> <p>6 (4) Entsprechend ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung müssen für alle sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen Spezifikationen, Auslegungsvorschriften, Werkstoffvorschriften, Bauvorschriften und Prüfvorschriften sowie Betriebsvorschriften und Instandhaltungsvorschriften vorhanden sein. In den Prüfvorschriften sind Vorprüfungen, Werkstoffprüfungen, Bauprüfungen, Druckprüfungen, Abnahmeprüfungen und Funktionsprüfungen sowie regelmäßig wiederkehrende Prüfungen im Einzelnen festzulegen. Die Einhaltung dieser Vorschriften ist im Rahmen eines Qualitätsgewährleistungsprogramms zu überwachen. Das Ergebnis der Qualitätsüberwachung mit den Ergebnissen der Prüfungen ist zu dokumentieren. Die zur Beurteilung der Qualität notwendigen Unterlagen über Auslegung, Fertigung, Errichtung und Prüfungen sowie Betrieb und Instandhaltung der sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen sind bis zum Abbau der Einrichtungen verfügbar zu halten.</p>			
<p>7 Grundlegende Anforderungen an die Dokumentation</p> <p>7 (1) Alle Unterlagen, die bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage für das Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren verwendet wurden oder werden, sind systematisch zu dokumentieren. Der Detaillierungsgrad</p>		<p>20 Dokumentation</p> <p>20.1 Dokumentation der Prüfung der Unterlagen</p> <p>In die Dokumentation sind folgende Unterlagen aufzunehmen:</p> <p>a) Unterlagen nach Abschnitt 9 Absatz 6,</p>	Erfüllt.

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>der Dokumentation muss an die sicherheitstechnische Bedeutung des Inhalts der Dokumente angepasst sein.</p> <p>7 (2) Die Dokumentation hat folgende Anforderungen zu erfüllen:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Anwendung eines Freigabe-/Genehmigungsverfahrens, das der Bedeutung des jeweiligen Dokuments angemessen ist, b) eindeutige Kennzeichnung von Dokumenten, c) zeitnahe Aktualisierung von Dokumenten, insbesondere bei Änderungen an der Anlage, d) Kennzeichnung von Änderungen und des Überarbeitungsstatus von Dokumenten, e) Sicherstellung der Verfügbarkeit gültiger Dokumente an den jeweiligen Einsatzorten, f) zeitnahe Anpassung der zur Betriebsführung benötigten Dokumentation an den aktuellen Anlagenzustand und Bereitstellung im Bereich der Warte, g) Sicherstellung der Lesbarkeit und Erkennbarkeit, h) eindeutige und widerspruchsfreie Gestaltung sicherheitsrelevanter operativer Anweisungen, i) Kennzeichnung und Verteilung externer Dokumente an die jeweiligen Einsatzorte, j) Verhinderung der Verwendung veralteter oder nicht gültiger Dokumente. <p>7 (3) Die Dokumentation ist nach festgelegten Regeln zu pflegen und archivieren. Es sind auch Regelungen für Pflege und Archivierung der sonstigen Dokumentation zu treffen.</p> <p>7 (4) In einem Dokumentationssystem sind Festlegungen zu Dokumentenart, Dokumentation, Unterlagenpflege, Archivierung, Verantwortlichkeiten und Prüfung zu treffen.</p>		<ul style="list-style-type: none"> b) Berechnungen und Nachweise der elektrischen Antriebe (Unterlagen nach den Abschnitten 5.13 oder 6.7 oder 7.8), c) Prüfanweisungen für die praktischen Prüfungen und d) Prüfbescheinigungen. <p>20.2 Dokumentation der praktischen Prüfungen</p> <p>(1) Für jeden Prüfschritt ist ein Prüfprotokoll zu erstellen, welches folgende Angaben enthalten muss:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Nummer des Prüfprotokolls, b) Baugruppentyp und Baugruppenbezeichnung einschließlich Änderungszustand, c) Identität des Prüflings, d) Hersteller des Prüflings, e) Prüfschritt, f) Prüfaufbau, Prüfmittel, Prüfeinrichtung, g) Anzahl der Messwerttabellen, h) Prüfergebnis, i) Ort und Datum und k) Organisation, Name und Unterschrift des Prüfers. <p>(2) Im Prüfprotokoll sind Ausfälle, sichtbare Mängel und Schäden, die bei dem Prüfschritt aufgetreten sind, anzugeben.</p> <p>(3) Die Ergebnisse der Prüfungen sind in Prüfbescheinigungen zusammenzufassen.</p> <p>20.3 Prüfberichte</p> <p>(1) Über die Prüfung der Unterlagen und die praktischen Prüfungen sind Prüfberichte zu erstellen.</p> <p>(2) Mögliche Einsatz einschränkungen und besondere Einsatz hinweise sind in den Prüfberichten anzugeben.</p>	

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>20.4 Gültigkeit der Prüfbescheinigung</p> <p>Die Prüfbescheinigung behält für neu gefertigte Komponenten ihre Gültigkeit, wenn in Abständen von jeweils drei Jahren, z. B. durch Qualitätsaudits nach KTA 3507, bestätigt wird, dass keine Änderungen gegenüber der Prüfbescheinigung (einschließlich Prüfbericht) vorgenommen worden sind, die die geprüften Eigenschaften beeinträchtigen.</p> <p>20.5 Aufbewahrung und Archivierung</p> <p>Festlegungen zur Aufbewahrung und Archivierung der Prüfdokumentation sind in KTA 1404 enthalten.</p>	
<p>Anhang 1 Begriffsbestimmungen</p> <p>Sicherheitssystem</p> <p>Gesamtheit aller Einrichtungen, die die Aufgabe haben, die Anlage vor unzulässigen Einwirkungen zu schützen und bei auftretenden Störfällen deren Auswirkungen auf das Betriebspersonal, die Anlage und die Umgebung in vorgegebenen Grenzen zu halten</p>		<p>(5) Sicherheitssystem</p> <p>Das Sicherheitssystem ist die Gesamtheit aller Einrichtungen einer Reaktoranlage, die die Aufgabe haben, die Anlage vor unzulässigen Beanspruchungen zu schützen und bei auftretenden Störfällen deren Auswirkungen auf das Betriebspersonal, die Anlage und die Umgebung in vorgegebenen Grenzen zu halten.</p>	<p>Die KTA-Definition wurde beibehalten.</p> <p>In der Definition aus den SiAnf Anhang 1 fehlt die Präzisierung „...aller Einrichtungen einer Reaktoranlage...“.</p> <p>Mit der Definition aus den SiAnf Anhang 1 könnten auch alle Sicherungsanlagen dem Sicherheitssystem zugeordnet werden. Sicherungsanlagen liegen nicht im Anwendungsbereich des KTA.</p>
<p>Störfall</p> <p>Ereignis bzw. Ereignisablauf, dessen Eintreten während der Betriebsdauer der Anlage nicht zu erwarten ist, gegen den die Anlage dennoch so auszulegen ist, dass die Auslegungsgrundsätze, Nachweisziele und Nachweiskriterien für die Sicherheitsebene 3 eingehalten werden und bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann.</p>		<p>(9) Störfall</p> <p>Ein Störfall ist ein Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage ausgelegt ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorgesehen sind.</p> <p>Hinweis:</p> <p>Für Anlagen nach § 7 AtG ist unter „Störfall“ ein Ereignisablauf zu verstehen, bei dessen Eintre-</p>	<p>Die Definition aus SiAnf Anhang 1 wurde übernommen.</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>ten der Betrieb der Anlage aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage ausgelegt ist.</p>	
<p>Anhang 2 Zu berücksichtigende Ereignisse 5 Ereignislisten Tabelle 5-1 und Tabelle 5-2</p>		<p>3.1 Grundlegende Anforderungen</p> <p>Es ist nachzuweisen, dass die elektrischen Antriebe im Zusammenwirken mit anderen aktiven und mit passiven Sicherheitseinrichtungen so ausgelegt, ausgeführt und betrieben werden, dass nichttolerierbare Auswirkungen der Störfälle und von Einwirkungen von innen und außen verhindert werden.</p> <p>Hinweis: Es ist zulässig, diesen Nachweis für die Gesamtheit aller Komponenten des Sicherheitssystems gemeinsam zu erbringen.</p> <p>3.2 Versagen auslösende Ereignisse</p> <p>3.2.1 Versagen auslösende Ereignisse an den elektrischen Antrieben des Sicherheitssystems</p> <p>(1) Die elektrischen Antriebe sind mit den verfahrenstechnischen Systemen so zu planen und anzuordnen, dass ein Versagen auslösendes Ereignis an elektrischen Antrieben die notwendigen Schutzaktionen im Störfall nicht verhindert.</p> <p>Hinweis: Dies kann z. B. durch strangweisen Aufbau der verfahrenstechnischen Systeme erfolgen.</p> <p>(2) Es sind Versagen auslösende Ereignisse an den elektrischen Antrieben des Sicherheitssystems in Betracht zu ziehen wie:</p> <p>a) Ausfälle durch Kurzschlüsse, Unterbrechungen, Erdschlüsse, Spannungswellen</p>	<p>Erfüllt.</p> <p>3.1 musste angepasst werden, da der „Störfall“ neu definiert wurde (Anpassung an die SiAnf Anhang 1). Die neue Störfalldefinition führte dazu, dass die Einwirkungen von innen (EVI) und Einwirkungen von außen (EVA) ergänzt werden mussten. In den SiAnf Anhang 3 wurden EVI und EVA ebenfalls neu definiert. Zivilisationsbedingt bedingte Einwirkungen, wie Flugzeugabsturz oder Explosionsdruckwelle werden aber in den SiAnf nicht mehr zu EVI und EVA gerechnet, sondern zu den Notstandsfällen. Aus diesem Grund werden, wie in KTA 3501 (2014-11), die KTA-Definitionen herangezogen, die weitreichender sind.</p> <p>Einwirkungen von außen (EVA) EVA sind außergewöhnliche naturbedingte (z. B. Hochwasser, Erdbeben) oder zivilisationsbedingte (z. B. Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle) Einwirkungen von außen.</p> <p>Quelle: KTA 2201.1 (2011-11)</p> <p>Einwirkungen von innen (EVI) EVI sind außergewöhnliche Einwirkungen resultierend aus anlageninternen Ereignissen (z. B. Differenzdrücke, Strahl und Reaktions-</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
		<p>und Frequenzänderungen, mechanisches Versagen, Brand,</p> <p>b) mehrere gleichzeitig oder kurzzeitig aufeinanderfolgende Ausfälle nach a), die eine gemeinsame Ursache (Fertigungsfehler, Auslegungsfehler, Drift) haben und</p> <p>c) Fehler bei Bedienung und Wartung der elektrischen Antriebe durch das Personal.</p> <p>3.2.2 Versagen auslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage</p> <p>Es sind Versagen auslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage in Betracht zu ziehen.</p> <p>Hinweis: Siehe Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke, Anhang 4: „Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums und für die Instandhaltung“. Beispiele für Versagen auslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage sind: Elektromagnetische feld- und leitungsgebundene Beeinflussung, Brand, Wassereintritt, schlagende Rohrleitung, Bruchstücke einer versagenden Komponente, mechanische Strahlwirkung von Medien wie Dampf, Wasser, Gas und Öl.</p> <p>3.2.3 Versagen auslösende Ereignisse außerhalb der Reaktoranlage</p> <p>Die elektrischen Antriebe des Sicherheitssystems sind gegen die gleichen Einwirkungen von außen zu schützen wie die verfahrenstechnischen Systeme denen sie zugeordnet sind.</p> <p>Hinweis: Versagen auslösende Ereignisse sind z. B. Erdbeben, Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle, Überflutung.</p>	<p>kräfte, anlageninterne Überflutung infolge Bruch oder Leck druckführender Komponenten, Lastabsturz).</p> <p>Quelle: KTA 2201.1 (2011-11)</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>Anhang 3</p> <p>Anforderungen an den Schutz gegen Einwirkungen von innen und außen sowie aus Notstandsfällen</p> <p>1 Grundlegende Anforderungen an Schutzkonzepte gegen Ereignisse aus Einwirkungen von innen und außen sowie aus Notstandsfällen</p> <p>1 (1) Alle Einrichtungen, die erforderlich sind, den Kernreaktor sicher abzuschalten und in abgeschaltetem Zustand zu halten, die Nachwärme abzuführen oder eine Freisetzung radioaktiver Stoffe zu verhindern, sind so auszulegen und müssen sich dauerhaft in einem solchen Zustand befinden, dass sie ihre sicherheitstechnischen Aufgaben auch bei Einwirkungen von innen und außen sowie bei Notstandsfällen erfüllen. Hinweis: Anforderungen an diese Einrichtungen, die im Hinblick auf Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter zu beachten sind, sind nicht Gegenstand der "Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke".</p> <p>1 (2) Das Sicherheitssystem sowie die Notstandseinrichtungen sind so auszulegen, dass sie bei Einwirkungen von innen und von außen wirksam bleiben. Die grundlegenden Auslegungsanforderungen an Sicherheitseinrichtungen im Falle dieser Einwirkungen sind in den diesbezüglichen Regelungen in Abschnitt 2.4 der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ enthalten.</p> <p>1 (3) Durch Vorsorgemaßnahmen (VM) ist zu gewährleisten, dass Ereignisse aus Einwirkungen von innen oder außen sowie aus Notstandsfällen, die die bestimmungsgemäße Funktion von Sicherheitseinrichtungen unzulässig beeinträchtigen könnten,</p> <ul style="list-style-type: none"> - entweder verhindert werden oder - in ihren Auswirkungen ausreichend begrenzt werden (siehe auch „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ Nummer 2.1 (5)). <p>2 Anforderungen an Vorsorgemaßnahmen</p> <p>2 (1) Vorsorgemaßnahmen sind hinsichtlich Zuverlässigkeit und Wirksamkeit so zu bemessen,</p>		<p>3 Übergeordnete Anforderungen für das Zusammenwirken von elektrischen Antrieben und Sicherheitseinrichtungen</p>	<p>Erfüllt.</p> <p>1 (1) wurde in der KTA 3504 präzisiert.</p> <p>3.1 musste angepasst werden, da der „Störfall“ neu definiert wurde (Anpassung an die SiAnf Anhang 1). Die neue Störfalldefinition führte dazu, dass die Einwirkungen von innen (EVI) und Einwirkungen von außen (EVA) ergänzt werden mussten. In den SiAnf Anhang 3 wurden EVI und EVA ebenfalls neu definiert. Zivilisationsbedingte Einwirkungen, wie Flugzeugabsturz oder Explosionsdruckwelle werden aber in den SiAnf nicht mehr zu EVI und EVA gerechnet, sondern zu den Notstandsfällen. Aus diesem Grund werden, wie in KTA 3501 (2014-11), die KTA-Definitionen herangezogen, die weitreichender sind.</p> <p>Einwirkungen von außen (EVA) EVA sind außergewöhnliche naturbedingte (z. B. Hochwasser, Erdbeben) oder zivilisationsbedingte (z. B. Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle) Einwirkungen von außen.</p> <p>Quelle: KTA 2201.1 (2011-11)</p> <p>Einwirkungen von innen (EVI) EVI sind außergewöhnliche Einwirkungen resultierend aus anlageninternen Ereignissen (z. B. Differenzdrücke, Strahl und Reaktionskräfte, anlageninterne Überflutung infolge Bruch oder Leck druckführender Komponenten, Lastabsturz).</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>dass die Anforderungen nach den Nummern 1 (2), 1 (3) und 1 (4) erfüllt werden.</p> <p>2 (3) Die Wirksamkeit von Vorsorgemaßnahmen muss auch bei Anwendung des Einzelfehlerkonzepts (siehe Anhang 4 der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“) sichergestellt sein.</p> <p>2 (4) Während der Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen einschließlich Wiederkehrender Prüfungen darf die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der Vorsorgemaßnahmen nicht unzulässig beeinträchtigt sein.</p> <p>2 (5) Vorsorgemaßnahmen, die zur Verhinderung von Ereignissen gemäß Anhang 2 sowie gemäß den folgenden Abschnitten 3 und 4 vorgesehen sind, müssen so beschaffen sein, dass sie bei zu unterstellenden Störungen oder Schäden an ihnen oder bei Fehlbedienung/Fehlhandlung die bestimmungsgemäße Funktion des Sicherheitssystems, der Notstandseinrichtungen und weiterer für die Sicherheit erforderlicher Einrichtungen nicht beeinträchtigen.</p> <p>2 (7) Die Gültigkeit der Randbedingungen für die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit der Vorsorgemaßnahmen ist während der gesamten Betriebszeit der Anlage sicherzustellen.</p> <p>3 Anforderungen zur Beherrschung von Einwirkungen von innen</p> <p>3.2 Ereignisspezifische Anforderungen</p> <p>3.2.1 Anlageninterner Brand</p> <p>3.2.1 (9) Redundante Einrichtungen des Sicherheitssystems sind grundsätzlich durch ausreichend feuerwiderstandsfähige Bauteile so zu trennen, dass ein durch Brand bedingter Ausfall von mehreren Redundanten verhindert werden kann.</p> <p>Sofern der für einen Brand erforderliche Schutz aus systemtechnischen oder nutzungstechnischen Erfordernissen nicht durch bauliche Brandschutzmaßnahmen realisiert werden kann, muss durch andere Brandschutzmaßnahmen oder durch eine Kombination dieser Maßnahmen ein gleichwertiger Schutzzustand sichergestellt werden.</p> <p>3.2.2 Anlageninterne Überflutung</p>			<p>Quelle: KTA 2201.1 (2011-11)</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>3.2.2 (1) Durch geeignete Maßnahmen oder Einrichtungen sind unzulässige Auswirkungen anlageninterner Überflutungen zu verhindern. Zu diesen Maßnahmen und Einrichtungen gehören:</p> <ul style="list-style-type: none"> - hochwertige Ausführung der Medium führenden Systeme und Komponenten, - präzise Vorgaben für Instandhaltungsmaßnahmen an Medium führenden Systemen und Komponenten, insbesondere bei solchen mit hohem Überflutungspotential, - hohe Zuverlässigkeit gegen Fehlauslösungen automatisch auszulösender ortsfester Löschanlagen. <p>3.2.2 (9) Für die zu unterstellenden Überflutungsereignisse müssen Maßnahmen und Einrichtungen zur Verhinderung einer unzulässigen Beeinträchtigung der Einrichtungen des Sicherheitssystems vorhanden sein. Hierbei sind insbesondere die folgenden Maßnahmen und Einrichtungen entsprechend einem gestaffelten Vorgehen zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lecküberwachungseinrichtungen, - Maßnahmen zur Feststellung und Isolierung von Leckstellen, - erhöhte Aufstellung von sicherheitstechnisch wichtigen Komponenten, - bauliche Einrichtungen (z. B. Auffangwannen, Abschottungen) um sicherheitstechnisch wichtige Komponenten, - Doppelrohrdurchführungen, - Schwellen oder gleichwertige Einrichtungen zur Verhinderung der Ausbreitung von Wasser, insbesondere in Räume benachbarter Redundanten, - aktive oder passive Einrichtungen zur Entwässerung, - organisatorische Maßnahmen für den Fall einer Überflutung. <p>3.2.2 (10) Werden Instandhaltungsmaßnahmen an Einrichtungen zur Vermeidung von Überflutungsereignissen durchgeführt, so</p>			

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>ist sicherzustellen, dass deren Funktion, sofern erforderlich, auch während der Instandhaltungsmaßnahme gewährleistet bleibt oder vorsorglich durch anderweitige Maßnahmen voll-wertig kompensiert wird.</p> <p>Insbesondere sind im Zusammenhang mit Instandhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Sumpfansaugleitungen und deren Absperrarmaturen, - Systeme mit einem hohen Nachspeisepotential und deren Absperrrichtungen, - Einrichtungen zur Verhinderung von redundanzübergreifenden Überflutungen im Ringraum von DWR-Anlagen sowie - - Instandhaltungsarbeiten im Bodenbereich des Reaktordruckbehälters von SWR-Anlagen. <p>3.2.3 Komponentenversagen mit potentiellen Auswirkungen auf sicherheitstechnisch wichtige Einrichtungen</p> <p>3.2.3 (1) Sofern ein Komponentenversagen und eine daraus resultierende Gefährdung von Einrichtungen des Sicherheitssystems nicht verhindert werden kann, sind Vorkehrungen zum Schutz dieser Einrichtungen vorzusehen.</p> <p>3.2.3 (2) Alle potentiellen sicherheitstechnisch relevanten Quellen für umherfliegende (hochenergetische) und fallende Bruchstücke (Trümmer) sind zu identifizieren und die Parameter (insbesondere Geometrie, Masse und Trajektorie) der bei einem Versagen zu erwartenden Bruchstücke sind zu analysieren oder konservativ abzuschätzen.</p> <p>Als potentielle Quellen für solche Bruchstücke sind insbesondere zu berücksichtigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - das Versagen von Behältern, Rohrleitungen und sonstigen Komponenten mit hohem Energieinhalt, - Hinweis: Zu den Leck- und Bruchannahmen siehe in den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“, Anhang 2, dort Anlage 2. - das Versagen beweglicher Armaturenteile, - der Auswurf eines Steuerelements oder Steuerstabs und 			

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<ul style="list-style-type: none"> - das Versagen rotierender Komponententeile (z. B. Schwungradversagen der Hauptkühlmittelpumpen, Turbinenschaufeln, Turbinenwelle). <p>3.2.3 (3) Die bestimmungsgemäße Funktion der Einrichtungen des Sicherheitssystems ist gemäß Nummer 1 (2) bei Einwirkungen aufgrund eines unterstellten Komponentenversagens sicherzustellen. Mögliche Einwirkungen aufgrund eines Komponentenversagens sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> - direkte mechanische Einwirkungen (Reaktionskräfte, schlagende Rohrleitungen), - hochenergetische Bruchstücke, - Strahlkräfte, - anlageninterne Überflutung, - erhöhte Luftfeuchtigkeit, - physikalische oder chemische Einwirkungen, - Druckdifferenzen (statisch und dynamisch), - erhöhte Raumtemperatur und - erhöhter Strahlenpegel. <p>3.2.4 Leck/Bruch im Frischdampf- oder Speisewassersystem sowie in anderen hochenergetischen Rohrleitungen im Ringraum und in der Armaturenkammer (DWR) bzw. zwischen Sicherheitsbehälter und erster Absperrmöglichkeit außerhalb des Sicherheitsbehälters (SWR)</p> <p>3.2.4 (1) Die Auswirkungen von Lecks</p> <ul style="list-style-type: none"> - im Ringraum und in der Armaturenkammer (DWR) an Frischdampf oder Speisewasser führenden Rohrleitungen, - im Bereich zwischen Sicherheitsbehälter und erster äußerer Absperrmöglichkeit (SWR) an Frischdampf oder Speisewasser führenden Rohrleitungen, - an einer Dampferzeugerabschlammleitung (DWR) oder - an einer anderen hochenergetischen Leitung <p>dürfen nicht zu unzulässigen Beeinträchtigungen des Sicherheitsbehälters, einschließlich der Durchführungen, sowie von den im Bereich zwischen Sicherheitsbehälter und Reaktorgebäude</p>			

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>(Ringraum) und in der Armaturenkammer (DWR) installierten Einrichtungen des Sicherheitssystems, Notstandseinrichtungen und weiteren für die Sicherheit erforderlichen Einrichtungen oder zu einer unzulässigen Freisetzung radioaktiver Stoffe führen.</p> <p>3.2.6.1 Schutz vor elektromagnetischer Störeinwirkung</p> <p>3.2.6.1 (1) Das Sicherheitssystem, die Notstandseinrichtungen und weitere für die Sicherheit erforderliche Einrichtungen müssen in ihrem elektromagnetischen Umfeld zuverlässig wirksam sein.</p> <p>3.2.9 Anlageninterne Explosionen</p> <p>3.2.9.1 (1) Die bestimmungsgemäße Funktion der Einrichtungen des Sicherheitssystems ist durch geeignete Maßnahmen oder Einrichtungen des Explosionsschutzes sicherzustellen.</p> <p>4 Anforderungen zur Beherrschung von Einwirkungen von außen sowie von Notstandsfällen</p> <p>4.2.1.1 Erdbeben</p> <p>4.2.1.1 (2) In Bezug auf die Auslegungsanforderungen an Sicherheitseinrichtungen für den Fall eines Bemessungserdbebens gelten die diesbezüglichen Regelungen in Abschnitt 2.4 der „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“.</p>			
<p>Anhang 4</p> <p>Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums und für die Instandhaltung</p> <p>4 Sicherstellung der Funktionsbereitschaft sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen</p> <p>4 (1) Die Funktion von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen ist unter Bedingungen, die möglichst dem Anforderungsfall entsprechen, im erforderlichen Umfang wiederkehrend zu prüfen.</p>		<p>16 Wiederkehrende Prüfungen</p>	<p>Erfüllt.</p>
<p>Anhang 5</p> <p>7 Grundlegende Anforderungen an die Dokumentation</p> <p>7 (1) Alle Unterlagen, die bei der Planung, der Errichtung und dem Betrieb einer Anlage für das Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren verwendet wurden oder werden, sind systematisch zu dokumentieren. Der Detaillierungsgrad der Dokumentation muss an die sicherheitstechnische Bedeutung</p>		<p>20 Dokumentation</p>	<p>Erfüllt.</p>

Anforderungen nach SiAnf	Anforderungen nach den Interpretationen	Umsetzung in KTA 3504 (2015-11)	Bewertung bezüglich KTA 3504
<p>des Inhalts der Dokumente angepasst sein.</p> <p>7 (2) Die Dokumentation hat folgende Anforderungen zu erfüllen:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Anwendung eines Freigabe-/Genehmigungsverfahrens, das der Bedeutung des jeweiligen Dokuments angemessenen ist, b) eindeutige Kennzeichnung von Dokumenten, c) zeitnahe Aktualisierung von Dokumenten, insbesondere bei Änderungen an der Anlage, d) Kennzeichnung von Änderungen und des Überarbeitungsstatus von Dokumenten, e) Sicherstellung der Verfügbarkeit gültiger Dokumente an den jeweiligen Einsatzorten, f) zeitnahe Anpassung der zur Betriebsführung benötigten Dokumentation an den aktuellen Anlagenzustand und Bereitstellung im Bereich der Warte, g) Sicherstellung der Lesbarkeit und Erkennbarkeit, h) eindeutige und widerspruchsfreie Gestaltung sicherheitsrelevanter operativer Anweisungen, i) Kennzeichnung und Verteilung externer Dokumente an die jeweiligen Einsatzorte, j) Verhinderung der Verwendung veralteter oder nicht gültiger Dokumente. <p>7 (3) Die Dokumentation ist nach festgelegten Regeln zu pflegen und archivieren. Es sind auch Regelungen für Pflege und Archivierung der sonstigen Dokumentation zu treffen.</p> <p>7 (4) In einem Dokumentationssystem sind Festlegungen zu Dokumentenart, Dokumentation, Unterlagenpflege, Archivierung, Verantwortlichkeiten und Prüfung zu treffen.</p>			

Tabelle 1: Abgleich der KTA 3504 (2015-11) mit den „Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke“ und deren Interpretationen