

TITEL: Anforderungen an die Nachweisführung und Dokumentation
Fassung vom September 2006 (Revision B)

Lfd. Nr.	Kapitel	Originaltext (betreffene Passage in <i>fett</i>)	Einwände bzw. Anmerkungen	Änderungsvorschlag	Betrifft welche Bewertungsfrage?	Ergebnis der AG-Beratung (einschl. Wichtung K1-K3)
1	Allgemein		<p>BMU zur Zielstellung der Regelwerksentwürfe in den „Erläuterungen“ :</p> <ul style="list-style-type: none"> - den Stand von W+T bezüglich Sicherheitsbeurteilung von Kernkraftwerken beschreiben - Sicherheitsphilosophie bleibt unverändert - Maßstab für Aufsichts- und Genehmigungsbehörden <p>Definition Stand von W+T bezüglich Sicherheitsbeurteilung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bandbreite der Meinungen in Fachwelt und Wissenschaft zu Vorsorgemaßnahmen, um Schäden praktisch auszuschließen <p>Fazit zu Modul 6: Zielstellung wird verfehlt</p> <ul style="list-style-type: none"> - nicht praktikable Forderungen auf Grundlage von in der Fachwelt kontrovers diskutierter Forschungsvorhaben nehmen breiten Raum ein 			

- unbegründete Abkehr von bewährter Philosophie der Nachweisführung: ohne erkennbaren zusätzlichen Nutzen

2	Allgemein		<p>Der Entwurf des Moduls 6 ist zu detailliert für ein übergeordnetes Regelwerk. Sinnvoll wäre es, die Inhalte in einer geeigneten KTA-Regel zu behandeln.</p> <p>Beispiele für zu detaillierte Anforderungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorgaben zu für die Störfallanalyse anzusetzende Nachzerfallsleistung aufgeführt. - In den Anhängen sind die Detailanforderungen an die Nachweisführung zu verschiedenen Sonderthemen angegeben <p>Z.B. wird die Installation von katalytischen Rekombinatoren im Regelwerk nicht berücksichtigt.</p>
3	Allgemein		<p>Änderung der Philosophie</p> <p>Die in dem vorliegenden Regelwerksentwurf vorgenommene Wertigkeit der Bewertung der Unsicherheiten geht über die internationalen Ansätze hinaus. Eine sicherheitstechnische Notwendigkeit für diesen Ansatz existiert nicht.</p>

			<p>Beispiel:</p> <ul style="list-style-type: none"> - In den USA sind im Appendix K zum 10 CFR 50 die für einen konservativen LOCA-Nachweis anzusetzenden Randbedingungen aufgeführt. Eine Bewertung der Unsicherheiten ist hier nicht gefordert. - Entsprechend 10 CFR 50.46 kann auch eine Best-estimate-LOCA-Analyse durchgeführt werden. Die Akzeptanzkriterien sind dann mit einer hohen Wahrscheinlichkeit nachzuweisen. - Entsprechend dem Entwurf des Moduls 6 wären für alle Arten von rechnerischen Analysen eine Bewertung der Unsicherheiten notwendig.
4	Allgemein		<p>Das Thema „Best-estimate-Analysen mit Bewertung der Unsicherheiten“ ist derzeit in der wissenschaftlichen Diskussion</p> <ul style="list-style-type: none"> - BEMUSE-Programm der OECD-NEA 2003 – 2007 - Jahrestagung Kerntechnik 2005, Fachsitzung „Neuere Methoden im Nachweisverfahren bei Störfallanalysen“ <p>nicht anwendungsreif und eignet sich daher zum jetzigen Zeitpunkt nicht als umfassender Ansatz für ein Regelwerk.</p>

			<p>Beispiel für bestehende Fragestellungen: Bei der Bestimmung der unsicheren Parameter und der zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen und deren Einfluss auf die Rechenergebnisse besteht derzeit noch Forschungsbedarf (z. B. Weiterentwicklung und Verifikation/Validierung von Rechenprogrammen für die Reaktorsicherheit, 30.11.2005, Bericht im Auftrag des BMWi, versandt mit Schreiben der GRS vom 08.12.2005)</p>
5	Allgemein		<p>Beispiele für Änderungen von Anforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Im vorliegenden Regelwerksentwurf wird die Bewertung von Unsicherheiten gefordert, unabhängig von Relevanz für das Nachweisziel - ggf. Relativierung dieser Forderung in Abschnitt 3.4 letzter Spiegelstrich: Wenn ja, wäre die in der Praxis vorherrschende Form der Nachweisführung lediglich in einem Unterkapitel kurz erwähnt !!! - Anforderungen an Validierung von Analyseverfahren sind <ul style="list-style-type: none"> -a) nicht praktikabel und hätten -b) „frozen codes“ und damit Stillstand zur Folge - Die international übliche Nutzung

			der PSA für die Bewertung von Notwendigkeit und Dringlichkeit von Maßnahmen sowie zur Bewertung der Sicherheitsniveaus ist nicht erwähnt.
6	1(1)	<p>Dieser Regeltext enthält Anforderungen an sicherheitstechnische Nachweisführungen und Dokumentationen.</p> <p>Zum Nachweis der Erfüllung von in den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke“ aufgestellten Anforderungen werden geeignete Nachweismethoden herangezogen. Hinweis : Im Folgenden werden übergeordnete Anforderungen an Nachweisführungen und Dokumentation formuliert. Spezifische Anforderungen in einzelnen Fachgebieten finden sich in den fachspezifischen Regelwerkstexten.</p>	Und in den Anhängen von Modul 6?
7	1(2)	<p>An Untersuchungsmethoden können gemäß den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) Ziffer 8 (6) grundsätzlich herangezogen werden:</p> <p>Die deterministischen Methoden Systemanalyse,</p>	<p>1 (2): Probabilistische Methode kann kein Unterpunkt der Deterministische Methode sein; Darstellung verändern</p> <p>Unter Verwendung der Definitionen und der Fußnote 1 der BMI-SiKri kann man nur schließen, dass die Systemanalyse eine probabilistische Untersuchung darstellt. Wieso dann hier eine deterministische Methode?</p>

		<p>Analyse von Ereignissen bzw. Zuständen,</p> <p>Messung bzw. Experiment,</p> <p>ingenieurmäßige Bewertung,</p> <p>sowie</p> <p>probabilistische Analysen.</p>	<p>Deterministik?</p> <p>Eine ingenieurmäßige Bewertung enthält i.d.R. sowohl deterministische als auch probabilistische Elemente</p>
8	Seite 1 Pkte 2 und 2(1)	<p>2 2) Grundlegende Anforderungen an die Systemanalyse</p> <p>2 (1) Durch die Systemanalyse wird insbesondere festgestellt, ob in den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke“ aufgeführte Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Maßnahmen und Einrichtungen erfüllt werden. Die Bedingungen an die Maßnahmen und Einrichtungen, die sich aus der Analyse von Ereignissen oder Zuständen ergeben, werden dabei berücksichtigt. Siehe auch 2(4)</p>	<p>In welchem Teil des Regelwerks ist definiert, was unter Systemanalyse zu verstehen ist?</p> <p>2(1): „... ob in den ... aufgeführten Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Maßnahmen und Einrichtungen erfüllt werden ...“ Der Begriff „Zuverlässigkeit“ wird hier sehr allgemein verwendet. Darauf sind keine konkreten Regelungen im Sinne von Regelwerksvorgaben ableitbar.</p> <p>Problem für Interpretation/Verständnis</p> <p>Widerspruch zum PSA-Leitfaden.</p>
9	2(2)	<p>Die Durchführung einer Systemanalyse erfordert eine aktuelle Zusammenstellung der sicherheitstechnisch wichtigen Informationen über den bestehenden Zustand der betroffenen sicherheitstechnisch wichtigen</p>	<p>- Formulierung „Zustand der ... Maßnahmen“, sprachlich unklar.</p> <p>Es sollten nicht nur die bestehende Anlage, sondern auch geplante Anlagenzustände erfasst werden.</p>

		Maßnahmen und Einrichtungen, mit Angabe der auf den jeweiligen Sicherheitsebenen durchzuführenden Aufgaben bzw. zu erfüllenden sicherheitstechnischen Funktionen sowie zu Aufbau, Anordnung und Auslegung	„sicherheitstechnische Funktionen“ = Sicherheitsfunktion?
10	2(3)	Abweichungen zwischen dem bestehenden Zustand der bedeutsamen sicherheitstechnisch relevanten Maßnahmen und Einrichtungen und dem genehmigten und in den Genehmigungsunterlagen beschriebenen Zustand werden dokumentiert und bewertet.	- Formulierung „Zustand der ... Maßnahmen“, sprachlich unklar. - „bedeutsame sicherheitstechnisch relevante Maßnahmen“, „bedeutsam“ streichen, oder Kriterien angeben, um bedeutsame von nicht bedeutsamen Maßnahmen unterscheiden zu können. „...bedeutsamen sicherheitstechnisch relevanten..“: Aufgabe der Systemanalyse = Kontrolle, ob IST = genehmigt???
11	2(4)	Ergebnisse der Auswertung der Betriebserfahrung werden, sofern für den zu analysierenden Sachverhalt von Bedeutung, in die Systemanalyse einbezogen.	- „bedeutsame sicherheitstechnisch relevante Maßnahmen“, „bedeutsam“ streichen, oder Kriterien angeben, um bedeutsame von nicht bedeutsamen Maßnahmen unterscheiden zu können - 2(4) dito. Es sind nur die Ergebnisse der Auswertung von Betriebserfahrungen zu betrachten, die für den zu analysierenden Sachverhalt sicherheitstechnisch relevant sind.
12	3		Die geforderten Unsicherheitsbetrachtungen

			tungen bei Störfalluntersuchungen sollten bei den jeweiligen Störfällen festgelegt werden. Die Variation im Rahmen der zu betrachtenden Betriebszustände ist größer als die nach Modul 6 zu betrachtenden Unsicherheiten.
13	3	Anforderungen an die deterministische Analyse von Ereignissen bzw. Zuständen	In der Überschrift fehlt „Grundlegende ...“; soll dies ggf. eine Unterscheidung der Ausführungen zu den anderen Methoden zum Ausdruck bringen?
14	3(1)	Durch die Analyse von Ereignissen bzw. Zuständen wird insbesondere festgestellt, ob in den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke“ aufgestellte quantitative Anforderungen (Einhaltung von Auslegungsgrenzen bzw. Nachweiskriterien) erfüllt werden.	„Durch die Analyse ... wird insbesondere festgestellt, ob ...“ Mit der Formulierung „insbesondere“ wird eine Differenzierung vorgenommen. Es bleibt unklar, welche Anforderungen über die „insbesondere“ zu erfüllenden hinaus bestehen. Diese Anforderungen sind darzustellen oder das Wort „insbesondere“ ist zu streichen. Unterschied zu 2(1)?
15	Seite 3 3(2)d)	für die Sicherheitsebenen 4a und 4b die Unsicherheiten, die mit dem jeweiligen Analyseergebnis für das jeweilige Nachweiskriterium verbunden sind, in ihrer Gesamtheit gemäß Ziffer 3.3 quantifiziert, wobei abweichend von Ziffer 3.3 (3) Erwartungswerte herangezogen werden können, bzw. gemäß Ziffer 3.4 berücksichtigt,	Kann man wirklich noch von Unsicherheitsanalyse sprechen, wenn Erwartungswerte eingesetzt werden?

<p>16</p>	<p>3(3)b)</p>	<p>Bei Nachweisführungen durch die Analyse von Ereignissen bzw. Zuständen werden insbesondere dokumentiert:</p> <p>a) die Ergebnisse der Prüfung der Übertragbarkeit verwendeter nicht anlagenspezifischer Daten; b) der Status der betroffenen sicherheitstechnisch relevanten Einrichtungen sowie möglicherweise vorhandene Abweichungen zwischen dem bestehenden Zustand der betroffenen Einrichtungen mit dem genehmigten und in den Genehmigungsunterlagen beschriebenen Zustand (siehe auch Ziffer 2 (3));</p>	<p>3(3)b) Im Indikativ: Festschreibung von ungenehmigten Zuständen (ist auch an anderen Stellen in Modul 6 der Fall, 2.(3)). Diese Abweichungen darf es nicht geben. Grundsätzlich ist der einmal festgestellte Ist-Zustand der Anlage den Nachweisen zugrunde zu legen.</p>
<p>17</p>	<p>Seite 3 3(3)d)</p>	<p>d) bei Ermittlung der Unsicherheit des Analyseergebnisses durch statistische Verfahren, die bei der Analyse verwendeten Verteilungen für die relevanten Parameter, ihre Herleitung sowie gegebenenfalls ihre Abhängigkeiten gemäß Ziffer 3.3 (1).</p>	<p>Es ist zwar wünschenswert, aber nicht der Stand der anwendbaren Technik, Korrelationen zwischen Parametern bei der Unsicherheitsanalyse zu berücksichtigen.</p>
<p>18</p>	<p>Seite 3 3.1.1(1)</p>	<p>3.1.1 Zielsetzung 3.1.1 (1) Analyseverfahren, die für die sicherheitstechnische Nachweisführung zur Einhaltung der Nachweiskriterien der Sicherheitsebenen 1 bis 4b eingesetzt werden, sind für den jeweiligen</p>	<p>Nicht alle Berechnungsverfahren, die wir heute für Ereignisse auf der Ebene 4b einsetzen, sind validiert. Dies ist aktueller Gegenstand der Forschung. Man denke etwa an die noch ausstehenden CABRI-Tests.</p>

		Anwendungsbereich validiert.	VGB: Die Zuordnung der SE zu Modulen ist nicht eindeutig.
19	3.1.1(2)	Bei Analysen zur Wirksamkeit von mitigativen Notfallmaßnahmen (Sicherheitsebene 4c) gemäß „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an den anlageninternen Notfallschutz“ (Modul 7), Ziffer 4.2 (1), werden, soweit verfügbar, Berechnungsverfahren angewendet, die für den jeweiligen Anwendungsbereich validiert sind.	- Es wird gesagt, dass „... soweit verfügbar Berechnungsverfahren angewendet (werden), die für den jeweiligen Anwendungsbereich validiert sind ...“ Dies bedeutet, dass bei Nichtverfügbarkeit auch ein nicht validiertes Verfahren benutzt werden darf. Damit ist die Vorgehensweise beliebig und hängt davon ab, was jeweils unter „verfügbar“ verstanden wird. Weiss: Bei den SE 4b und 4c gibt es große Lücken bei der Validierung von Berechnungsverfahren.
20	Seite 4 3.1.1(3)	Die Validierung eines Analyseverfahrens umfasst: die Überprüfung des Anwendungsbereichs des Verfahrens und der Übereinstimmung der mit dem Verfahren erzielbaren Ergebnisse mit Vergleichswerten aus - Experimenten, dem Anlagenbetrieb, Anlagentransienten oder anderen Ereignissen, - exakt bekannten analytischen Lösungen oder - anderen validierten Analyseverfahren.	Normalerweise wird zwischen Validierung und Verifikation unterschieden. Validierung steht nur für den Vergleich mit dem Experiment Es werden „exakt bekannte analytische Lösungen“ genannt; hier kann „bekannte“ gestrichen werden, denn solche Lösungen hängen nicht vom Bekanntheitsgrad bzw. dessen Exaktheit ab.

<p>21</p>	<p>3.1.1(4)a)</p>	<p>Ein Analyseverfahren kann insbesondere dann als validiert gelten, wenn</p> <p>a) die Ergebnisse des Verfahrens innerhalb der Bandbreiten experimenteller Ergebnisse liegen oder</p> <p>b) die Ergebnisse des Verfahrens eine systematische Abweichung gegenüber den Vergleichswerten zeigen, die durch eine bekannte, technisch bzw. physikalisch sinnvolle Korrektur berücksichtigt werden kann oder die Anwendbarkeit und hinreichende Genauigkeit des verwendeten Verfahrens für die jeweilige Anwendung auf Basis des durchgeführten und dokumentierten Validierungsumfangs gezeigt werden kann.</p>	<p>„... Ergebnisse des Verfahrens innerhalb der Bandbreite experimenteller Ergebnisse liegen ...“ Hier sollte ein Verweis auf 3.1.2 (2) erfolgen, da dort die Anforderungen an die Experimente dargelegt sind.</p> <p>Unterschied zu 3.1.1(3)?</p>
<p>22</p>	<p>Seite 4 3.1.2(1)</p>	<p>Der Validierung wird eine ausreichende Zahl von Vergleichswerten zu Grunde gelegt. Der Umfang sowie die Qualität (siehe Ziffer 3.1.2 (2)) der Vergleichswerte werden in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich des Analyseverfahrens festgelegt.</p>	<p>Wer tut dies und wo sind die Kriterien festgeschrieben, nach denen dies erfolgt? Konkret, wer prüft z.B., ob ATHLET oder ATHLET-CD für den jeweiligen Anwendungszweck ausreichend validiert sind. Im PKTU erlebe ich ausgesprochen schwierige Diskussionen über die Gestaltung der Validierungsmatrix und die Verfügbarkeit geeigneter Experimente.</p>

23	3.2.1(1)	Die Analyse wird auf Basis aktueller Zusammenstellungen der sicherheitstechnisch wichtigen Informationen über den bestehenden Zustand der betroffenen sicherheitstechnisch wichtigen Maßnahmen und Einrichtungen durchgeführt.	Es sollten nicht nur die bestehende Anlage, sondern auch geplante Anlagenzustände erfasst werden.
24	Seite 6 3.2.1(3)a)	a) Die Einwirkungen, die sich auf Grund der auf den Sicherheitsebenen 1 bis 3 zu unterstellenden Bedingungen, Ereignisse und festgelegten Betriebszustände ergeben können, werden jeweils so angesetzt bzw. überlagert, dass alle Auswirkungen auf die tragenden Querschnitte im Hinblick auf den abzudeckenden Versagensmechanismus konservativ erfasst werden. Bei Anwendung von Nachweismethoden auf der Basis linear-elastischen Werkstoffverhaltens, wie sie in den einschlägigen Regelwerken üblich sind, ist aufgezeigt, dass im Hinblick auf die abzusichernden Schädigungsmechanismen die Beanspruchungen unter Beachtung der Anwendungsgrenzen der ingenieurmäßigen Verfahren konservativ bewertet werden.	Hieraus ergibt sich ein logischer Bruch in der Nachweisführung. Man kann nicht die Belastungen konservativ überlagern und am Ende eine statistische Unsicherheitsanalyse mit Berücksichtigung statistischer Korrelationen fordern. Außerdem sollte man Unterschiede zwischen den SE machen.

25	3.2.1(3)b)	Bei Einwirkungen aus Ereignissen der Sicherheitsebene 4a ist eine im Vergleich zur Sicherheitsebene 3 stärkere Ausnutzung der Tragfähigkeit der Komponenten grundsätzlich zulässig, wobei jedoch zu beachten ist, dass alle wesentlichen Einwirkungs- und Widerstandsgrößen so realistisch erfasst sind, dass auch an der ungünstigsten Stelle die Integrität des tragenden Querschnitts unter Beibehaltung der grundlegenden Geometrie erhalten bleibt.	„auch an der ungünstigsten Stelle die Integrität des tragenden Querschnitts unter Beibehaltung der grundlegenden Geometrie erhalten bleibt.“: Problem für Interpretation/Verständnis
26	3.2.1(4)	Die Nachweisführung auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4b erfolgt bis zur Erreichung eines langfristig sicheren Zustands der Anlage (dauerhaft unterkritischer Kern, dauerhafte Nachwärmeabfuhr und ggf. Kühlmittelergänzung). Die Analysen zur Wirksamkeit von vorgesehenen	Was ist langfristig? Bis zum Abschluss der im BHB, Teil 3 behandelten Abläufe? „... für die Analyse relevanten Zustands.“: Problem für Interpretation/Verständnis

		Maßnahmen auf der Sicherheitsebene 4c erfolgen bis zum Erreichen des für die Analyse relevanten Zustands.	
27	3.2.2(1) 3.2.3(1)	3.2.2(1): Die gesamte, während der Betriebs- bzw. Zyklusdauer in Betracht kommende Bandbreite der Betriebsparameter wird berücksichtigt, unter Einbeziehung der im Normalbetrieb möglichen Änderungen und Schwankungen sowie von Mess- und Kalibrierfehlern in den sicherheitstechnisch bedeutsamen Parametern. 3.2.3(1): Alle der Sicherheitsebene 2 zugeordneten Maßnahmen und Einrichtungen können als verfügbar angenommen werden, wenn sie nicht durch die unterstellte Störung ausgefallen sind.	3.2.2 (1) und 3.2.3 (1) sollten abgeglichen werden; die Anforderungen der Ebene 1 sind höher als für die Ebene 1. Die Bandbreite von Betriebsparametern in der Ebene 1 trifft diverse Größen (Druck, Temperatur ...). 3.2.2(1): Worum geht es hier? Normalbetrieb ist typischerweise relevant für Langzeiteffekte, wie z.B. Ermüdung durch Wechselbeanspruchung, wofür Messfehler oder seltene Schwankungen kaum bedeutsam sind.
28	3.2.3(2)	Alle der Sicherheitsebene 2 zugeordneten Maßnahmen und Einrichtungen können als verfügbar angenommen werden, wenn sie nicht durch die unterstellte Störung ausgefallen sind.	Richtig, aber nicht konsistent mit M5/3.3_und M10/1.1.1.2(1)

<p>29</p>	<p>3.2.3(4) 3.2.4(4)</p>	<p>3.2.3(4): Die Nachzerfallsleistung wird nach DIN 25463 berechnet, wobei ein Zuschlag in Höhe von einer Standardabweichung angesetzt wird.</p> <p>Für eine abdeckende Nachweisführung nach Ziffer 3.4 wird für nichtrezyklierte Kernbrennstoffe die vereinfachte Gleichung nach Anhang A der DIN 25463 verwendet.</p> <p>3.2.4(4): Die Nachzerfallsleistung wird nach DIN 25463 berechnet.</p> <p>Für eine abdeckende Nachweisführung nach Ziffer 3.4 wird für nicht rezyklierte Kernbrennstoffe die vereinfachte Gleichung nach Anhang A der DIN 25463 verwendet, mit einem Zuschlag in Höhe der doppelten Standardabweichung. Bei Quantifizierung der Ergebnisunsicherheiten nach Ziffer 3.3 kann das genaue Rechenverfahren nach DIN 25463 angewendet werden.</p>	<p>3.2.3 (4) und 3.2.4 (4) sollten abgeglichen werden. Im Kap. 3.2.3 (4) ist der anzusetzende Zuschlag der NZL einleitend festgelegt und gilt dann wohl für die abdeckende Nachweisführung und die realistische Betrachtung mit Unsicherheitsanalysen; im Kap. 3.2.4 (4) ist der Zuschlag nur für die abdeckende Nachweisführung festgelegt.</p> <p>3.2.3(4): Diese Anforderungen sind nicht konsistent mit 3.2.3(1): Auf Sicherheitsebene 2 müssen nicht alle Unsicherheiten abgedeckt werden, da eventuelle unwahrscheinliche Abweichungen durch die Analysen zu Sicherheitsebene 3 abgedeckt sind.</p>
<p>30</p>	<p>3.2.4(1)</p>	<p>Angesetzt werden die in Bezug auf das jeweilige Nachweiskriterium für die jeweiligen Betriebsphasen</p>	<p>Das ist zu pauschal formuliert: Der Sinn muss sein, dass selbst unwahrscheinliche Anfangsbedingungen abgedeckt sind, es geht aber nicht um le</p>

		<p>ungünstigsten anfänglichen Betriebszustände, die im bestimmungsgemäßen Betrieb durch die Ansprechwerte der Zustandsbegrenzungen bzw. Genehmigungsaufgaben festgelegt sind.</p> <p>Bei Quantifizierung der Ergebnisunsicherheiten nach Ziffer 3.3 können Mess- und Kalibrierfehler statistisch berücksichtigt werden. Bei Einsatz der abdeckenden Nachweisführung nach Ziffer 3.4 werden hinsichtlich der anfänglichen Leistung die maximalen Mess- und Kalibrierfehler vorgegeben.</p>	<p>diglich theoretisch mögliche, praktische aber nicht auftretende Zustände – sonst z.B. Widerspruch zu RSK-Empfehlungen Sumpffüllstand.</p>
31	3.2.4(2)	<p>Beim Nachweis der Wirksamkeit der Maßnahmen und Einrichtungen der Sicherheitsebene 3 wird das Einzelfehlerkonzept gemäß den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Auslegung und den sicheren Betrieb von baulichen Anlagenteilen, Systemen und Komponenten“ (Modul 10) angewendet.</p> <p>Die Ausfallannahmen gemäß den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul</p>	<p>Achtung: Das dort Beschriebene ist teilweise in sich und mit anderen Modulen nicht konsistent</p> <p>Hier wird einmal mehr das Problem der fehlenden systematischen und kompakten Darstellung der Ausfallpostulate deutlich, was ein Verweisen</p>

		1), Ziffern 3.1 (6), 4 (6) und 4 (7) sind berücksichtigt.	so schwer macht. Beispielsweise fehlt hier M1/3.1(5), aber nicht nur das.
32	3.2.4(3)	Bei allen zur Störfallbeherrschung erforderlichen Maßnahmen und Einrichtungen wird, sofern es den Ereignisablauf nachteilig beeinflusst, ein gleichzeitiger Ausfall der elektrischen Eigenbedarfsversorgung unterstellt. Die Berücksichtigung der Notstromversorgung in der Analyse erfolgt entsprechend dem Zuschaltprogramm der mit Notstrom versorgten Aggregate beginnend mit der Auslösung der Turbinenschnellabschaltung (TUSA).	„gleichzeitiger Ausfall...“: Nicht konsistent mit M1/3.1(5)
33	3.2.4(5)	Bei Kühlmittelverluststörfällen wird bei den Ermittlungen der Auswirkungen des Druck- und Temperatureinbaus im Sicherheitsbehälter, der Druckdifferenzen innerhalb des Sicherheitsbehälters, von Bruchstücken, Strahl- und Reaktionskräften, von Druckwellen innerhalb der druckführenden Umschließung sowie bei den Nachweisführungen zur Wirksamkeit der Notkühlein-	- „Bei KMV wird bei der Ermittlung d Auswirkungen ...“ ist für den Modul 6 nicht relevant, da dies die Systemauslegungen betrifft.

		<p>richtungen und der Standfestigkeit von Einbauten (insbesondere Großkomponenten) und Räumen</p> <p>für das Spektrum der zu betrachtenden Leck- bzw. Bruchgrößen die für die verschiedenen Einzelnachweise jeweils ungünstigste Leck- bzw. Bruchlage ermittelt und unterstellt.</p>	
34	Seite 9 3.2.4(6)	<p>Das Wirksamwerden von Maßnahmen und Einrichtungen der Sicherheitsebenen 1 und 2 wird unterstellt, sofern sich hieraus ungünstige Einflüsse auf den Ereignisablauf ergeben.</p>	<p>Hierbei werden keine zusätzlichen Ausfälle der betroffenen Maßnahmen und Einrichtungen unterstellt, es sei denn, dass dies ereignisbedingt realistischlicherweise anzunehmen ist.</p> <p>„...ungünstige..“ ... sofern sich hieraus relevante ungünstige Einflüsse ergeben... - sonst wird wegen „ε-Effekter“ Analysefetischismus betrieben.</p>
35	3.2.4(8)	<p>Als ereignisbedingte Folgeereignisse bei Erdbeben, Bränden und anderen Einwirkungen von außen werden betrachtet:</p> <p>a) Einwirkungen aus Berstdruckwellen beim Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt, sofern die entsprechenden Behälter nicht gegen die jeweiligen Ereignisse</p>	<p>Ist gemeint: ist die Möglichkeit untersucht von? Sonst ist das Ganze nicht konsistent! Nicht nur für a), sondern auch für z.B. c) und d) kann durch Auslegung Folgewirkung verhindert werden. Außerdem sind entsprechend dem Ansatz in M1/7.2(2) z.B. exotische Postulate z.B. bei e) nicht zu berücksichtigen</p>

		<p>ausgelegt sind;</p> <p>b) mechanische Folgeschäden beim Versagen von Anlagenteilen;</p> <p>c) Überflutungen infolge eines Versagens von Anlagenteilen;</p> <p>d) Brände;</p> <p>e) Fehlfunktionen von Einrichtungen in nicht entsprechend ausgelegten Anlagenbereichen, unter Berücksichtigung der Leittechnik; das Eintreten eines Notstromfalls.</p>	
<p>36</p>	<p>Seite 11 3.2.5(2)</p>	<p>a) Als Anfangszustand wird vom quasistationären Leistungsbetrieb zum ungünstigsten Zykluszeitpunkt ausgegangen.</p> <p>b) Hinsichtlich der Reaktivitätsrückwirkung werden abdeckende Werte berücksichtigt.</p>	<p>Auch auf den Ebenen 4a und b sind Unsicherheitsanalysen gefordert. Wie geht das mit der abdeckenden Betrachtung zusammen? Ich plädiere für einen beladungspezifischen Nachweis und also auch für die Verwendung der beladungspezifischen Rückkopplungen</p> <p>Es bleibt die Frage offen, ob „unfavorable exposure times“ zulässig sind. Hier muss noch ein Abgleich mit Modul 2 erfolgen, wo von Nennleistung und Xenongleichgewicht die Rede ist. Modul 2: 3.1 (2d): ..“ beim DWR spätestens bei Erreichen der Nennleistung mit Xenongleichgewicht...“</p> <p>3.2.5 (2) a) der „quasistationäre Leistungsbetrieb zum ungünstigsten Zykluszeitpunkt“ sollte präzisiert werden</p>

			<p>Unter c) sollte „Zeit bis zum Erreichen des Druckmaximum“ entfallen.</p> <p>„...quasistationären..“: Problem für Interpretation/Verständnis</p>
37	Seite 11 3.2.5(2)	c) Im Kurzzeitbereich (Zeit bis zum Erreichen des Druckmaximums) werden nur Funktionen mit leittechnischer Ansteuerung der Kategorie A oder B berücksichtigt.	Was ist mit der Pumpenabschaltung?
38	3.2.5 (4)	Kombinationen mehrerer Einwirkungen von außen, die der Sicherheitsebene 4a zugeordnet sind, oder Kombinationen dieser Einwirkungen mit internen Ereignissen (z.B. Rohrleitungsbruch, Brände in der Anlage, Rauchentwicklung, Notstromfall) werden gemäß „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 7.3 (3) unterstellt.	<p>3.2.5 (4) verweist bezüglich der zu unterstellenden, aber nicht konkretisierten Kombinationen von EVA/EVI auf Modul 1, Ziffer 7.3 (3), wo die Anforderungen an diese Kombinationen konkreter definiert sind. Des besseren Verständnisses und der Konsistenz wegen wird vorgeschlagen, den Text des Modul 1, 7.3 (3) hier (in Kap. 3.2.5 (4)) einzusetzen.</p> <p>Evtl. kausale Folgewirkungen sind zu beachten, ansonsten ist die Formulierung in M1/7.3(3) unsinnig.</p>
39	3.3	Quantifizierung der Ergebnisunsicherheiten	Der Regelwerkstext muss berücksichtigen, dass die unterschiedlichen Methoden der Nachweisführung in ihrer Anwendung nicht gleichwertig sind und sich folglich unterschiedliche Anforderungen an die jeweilige Nachweisführung bzgl. der Quantifizierung von Unsicherheiten ergeben.

			Es bleibt weiterhin problematisch, da die Darstellung den Eindruck erweckt als sei das Vorgehen nach 3.3 der Standardfall. Tatsächlich ist jedoch international und national der Standard das Vorgehen nach 3.4, nur bei LOCA kommt es häufiger zu 3.3. Unter Beachtung von Nutzen/Aufwand ist 3.4 als Standard auch richtig.
40	Seite 12 3.3(1c)	c) Abhängigkeiten bzw. Wechselwirkungen zwischen einzelnen Parametern festgestellt und berücksichtigt.	Wie bereits unter Nr. 3 festgestellt, fehlt es hierfür zumindest z.T. an den einsatzfähigen Werkzeugen
41	3.4.(1)a)	Auf die Ermittlung der Gesamtunsicherheit gemäß Ziffer 3.3 kann verzichtet werden, falls durch Standardisierung abgesicherte Verfahren bzw. Daten vorliegen, aus denen die Unsicherheit oder ein gesicherter Abstand zur Auslegungsgrenze bzw. zum Nachweiskriterium abgeleitet werden kann, oder	„Standardisierung...“: missverständlich
42	3.4(1)d)	falls hinreichend konservativ gewählte Einzelparameter verwendet werden, für welche in einem vergleichbaren Fall nachgewiesen ist, dass die gemäß Ziffer 3.3 quantifizierten Unsicherheiten bezüglich des jeweiligen Nachweiskriteriums abgedeckt werden.	Ist mit d) gemeint, dass eine Kombination von 3.3 und 3.4 möglich ist, d.h. ein Teil der Parameter durch abdeckende Werte behandelt werden kann und ein anderer Teil statistisch? Dies sollte dann auch klar formuliert werden.

43	4(1)	<p>Zum Nachweis der Einhaltung gestellter Anforderungen können - auch zur Ergänzung oder Bestätigung analytischer Nachweise (vgl. Ziffer 3) oder ingenieurmäßiger Bewertungen (vgl. Ziffer 5) - Messungen und Experimente bzw. Tests verwendet werden. Für die messtechnische und experimentelle Nachweisführung gelten die in den folgenden Abschnitten festgelegten grundsätzlichen Anforderungen.</p>	<p>Für grundlegende Anforderungen in einem übergeordneten Regelwerk ist schon arg detailliert.</p>
44	4.(4)	<p>Bei der messtechnischen und der experimentellen Nachweisführung werden Unsicherheiten in der Messung berücksichtigt. Abweichungen zwischen Messung oder Experiment und dem untersuchten Vorgang im realen Einsatzfall werden ermittelt und bei der Nachweisführung berücksichtigt.</p>	<p>Der Maßstab für den Begriff „Abweichung zwischen Messung oder Experiment und dem untersuchten Vorgang“ muss definiert sein. Auch hier wäre die Verlagerung derartiger Regelungen in eine KTA oder in eine Leitlinie sinnvoll.</p>
45	5(2)c)	<p>An die Durchführung der ingenieurmäßigen Bewertungen werden folgende Anforderungen gestellt:</p> <p>a) zur Bewertung herangezogene Randbedingungen, wie Ergebnisse und Daten aus durchgeführten Berechnungen und Prüfungen, werden begründet und dokumentiert,</p>	<p>Laut Kapitel 5 (2) c) ist ein Team zu installieren, dessen Zusammensetzung und die hierbei zu stellenden Anforderungen offen bleiben. Hier sollte ggf. ein Hinweis auf die Team-Zusammensetzung entsprechend den notwendigen Fachgebieten erfolgen.</p>

Anlage zur Stellungnahme der AG 3 zum Modul 6, Stand: 28.09.2007

		<p>b) die Ergebnisse der Bewertung werden vollständig und nachvollziehbar dokumentiert,</p> <p>c) bei Anwendung auf interdisziplinäre und komplexe Fragestellungen wird die ingenieurmäßige Bewertung durch ein Team durchgeführt</p>	
46	6		<p>Der Modul 6 bleibt hinter der Entwicklung des PSÜ-Leitfadens zurück. Die Nutzbarkeit der PSA sollte wie im PSÜ-Leitfaden vorgesehen zugelassen werden.</p>
47	6		<p>Kommentare und Anmerkungen bzgl. PSA-Kriterien</p> <p>Für die Bewertung der Ergebnisse ist die Definition von qualitativen und quantitativen Kriterien erforderlich. Derzeit gilt hier der Grundsatz: Durch Änderungen dürfen sich die Unverfügbarkeiten einzelner Sicherheitsfunktionen oder der gesamten Anlage grundsätzlich nicht erhöhen. Diese Festlegung entspricht nicht dem internationalen Stand der Anwendung probabilistischer Methoden. Hier sind u. a. folgende Überlegungen erforderlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Kann eine, sich durch eine Änderung ergebende, erhöhte Unverfügbarkeit von Sicherheitsfunktionen durch die probabilistisch nachweisba

			<p>re Verbesserung anderer Sicherheitsfunktionen kompensiert werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> – Wenn eine probabilistische Kompensation nicht nachweisbar ist, sind dann erhöhte Unverfügbarkeiten von Sicherheitsfunktionen zulässig, wenn das Niveau des integralen Gesamtrisikos nicht verlassen wird? Derartige Ansätze werden z.B. in der USA und der Schweiz verfolgt. Gibt es Orientierungswerte für maximal zulässige Erhöhungen in Abhängigkeit von absoluten Sicherheits-niveaus? – Sind sich durch Änderungen ergebende erhöhte Unverfügbarkeiten einzelner (Sicherheits-) Funktionen zulässig, wenn einer anderen qualitativen sicherheitstechnischen Argumentation Vorrang zu geben ist, die sich der gängigen probabilistischen Modellbildung entzieht (z.B. bei VIB)? <p>Für die Bewertung von ereignisbezogenen Analysen gibt es derzeit national keine Kriterien; hier sind u.a. folgende Überlegungen erforderlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Gibt es Orientierungswerte für einen tolerierbaren Zeitraum in dem ein Anlass oder Ereignis das Anlagerisiko befristet erhöhen darf? – In wie weit sind diese Orientierungswerte abhängig vom Gesamtrisiko der Anlage?
--	--	--	---

			Gibt es absolute Grenzwerte für Erhöhungen des Risikos (quantitativ oder zeitlich)?
48	6	Grundlegende Anforderungen an probabilistische Sicherheitsanalysen	<ul style="list-style-type: none"> • Das Kapitel 6 „Grundlegende Anforderungen an probabilistische Sicherheitsanalysen“ hat gegenüber anderen Kapiteln eine deutlich niedrigere Regelungstiefe und -qualität. Im Vergleich zu dem deterministischen Teil fehlt die Struktur (Zielsetzung/Durchführung/Do-kumentation) • Die Darstellung im Modul 6 (und anderen Modulen) entspricht nicht der Bedeutung derartiger Bewertungen. • Mit diesem Ansatz sind differenzierte, quantitative Aussagen und Bewertungen integraler Art (z. B. SÜ) möglich als auch mit Bezug auf sicherheitstechnische Auswirkungen von geplanten Anlagenänderungen oder auf anlassbezogene Fragestellungen (z. B. ME, anderer Kenntnisstand). • Der Quervergleich zu den anderen Modulen hat gezeigt, dass Kriterien für die Bewertung der PSA-Ergebnisse fehlen. Gemäß Modul 6, (1) sind die zu stellenden Anforderungen Gegenstand der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke“; mindestens dort müssten entsprechende Angaben ergänzt werden.
49	6(1)	Probabilistische Sicherheitsanalysen	Soll damit "Aktualisierung im Rahmen Living PSA" gemeint sein?

		<p>sind aktuell. Sie haben die für den jeweiligen Anwendungsfall erforderliche Qualität hinsichtlich Analyseumfang, Methoden, Modellierungstiefe und Datenaktualität.</p>	<p>Wieso kommt "...aktuell" und "Datenaktualität" zweimal vor?</p>
--	--	---	--

--	--	--	--

50	6(2)	Werden probabilistische Analysen im Auftrag des Betreibers von dritter Seite durchgeführt, so wird sachkundiges Personal des Betreibers an der Durchführung beteiligt.	„... sachkundiges Personal ...“ Hebt eine Selbstverständlichkeit an dieser Stelle zu sehr heraus.
51	6(3)	Die Betriebserfahrung wird im Hinblick auf die in den probabilistischen Sicherheitsanalysen	Fokussiert zu sehr auf "Daten", sollte allgemeiner gefasst werden: "... Erkenntnisse und Informationen...,"

		verwendeten Zuverlässigkeitskenngrößen sowie auf weitere, für die Analyse relevanten, Informationen kontinuierlich verfolgt.	
52	6(1), 6(2), 6(3)	s.o.	Diese Forderungen in dieser Pauschalität und speziell bezogen auf PSA sind ausgesprochen merkwürdig bzw. ungeeignet.
53	6(4)	<p>Probabilistische Analysen werden aktualisiert,</p> <p>a) bei sicherheitstechnisch wesentlichen Änderungen an Maßnahmen, Einrichtungen oder der Betriebsweise,</p> <p>b) wenn sicherheitsrelevante Ereignisse oder Effekte bekannt werden, die in den vorliegenden probabilistischen Analysen nicht berücksichtigt sind,</p> <p>c) wenn aus der anlagenspezifischen Auswertung der Betriebserfahrung Zuverlässigkeitskenngrößen oder andere relevante Informationen bekannt werden, die von den bisher verwendeten Werten abweichen.</p>	<p>- 6(4a): Wenn damit tatsächlich nur wesentliche Änderungen (Genehmigungsverfahren) gemeint sind, ist das eindeutig zu wenig; lässt man andere Änderungen bei der Aktualisierung weg, passt das PSA-Modell irgendwann nicht mehr zu der realen Anlage (Abhängigkeit vom Modellierungsumfang)</p> <p>- 6(4c): „Datenaktualisierung“ überflüssig, kommt hier zum 3. Mal vor.</p> <p>Auf welchen Fall soll "... Informationen ... weichen ... von verwendeten Werten ab" separat abzielen? Vorschlag: "... zu aktualisieren, wenn Erkenntnisse aus Betriebserfahrungen bezüglich verwendeter Werte, Modellierungen vorliegen".</p> <p>Das sind nicht Anforderungen an die Analysemethode, sondern wären Vorgaben für Verfahren. Außerdem ist unverständlich, warum eine PSA <u>immer</u> aktualisiert werden <u>muss</u>, wenn</p>

			die Betriebserfahrung zu günstigeren oder geringfügig veränderten Werten führen würde.
54	7(3), 7(4)	<p>7 (3) Der aktuelle Stand der Anlage wird systematisch dokumentiert. Die Dokumentation wird bei Änderungen an der Anlage aktualisiert. Dazu existieren Festlegungen, die die Unterlagenpflege, die Dokumentation und die Archivierung regeln.</p> <p>7 (4) Die zur Betriebsführung benötigte Dokumentation wird dem aktuellen Anlagenzustand zeitnah nachgeführt und im Bereich der Warte bereitgestellt. Sicherheitsrelevante operative Anweisungen sind eindeutig und widerspruchsfrei gestaltet.</p>	Unterschied zu (1) und (2)?
55	7(6)	In einem Dokumentationssystem werden Festlegungen zu Dokumentenart, Archivierung, Verantwortlichkeiten und Prüfung getroffen.	Unterschied zu (1) und (2)
56	Anhang 1	Detailanforderungen an die Nachweisführung bei Kühlmittelverluststörfällen	Die folgenden Ausführungen – soweit sie nicht ohnehin durch die Module abgedeckt sind -gehören maximal in eine KTA-Regel. Teilweise scheint es aber auch nur eine Sammlung von Themen zu sein, mit denen sich der/d

			Autor(en) in den letzten Jahren zufälligerweise beschäftigt haben.
57	A1(1)4	Bei der Analyse des Pumpenverhaltens während der Druckentlastungsphase und der Wiederauffüllphase werden mögliche Versperrungen freier Strömungsquerschnitte in der Druckführenden Umschließung durch beschädigte Anlagenteile berücksichtigt.	Anhang 1 A1 (1) 4: Formulierung „...werden mögliche Versperrungen ... berücksichtigt“ ist zu unklar gehalten (Interpretationsspielraum: Teil-/Vollsperrung; was ist als „möglich“ zu unterstellen, etc.) wie in der entsprechenden RSK-LL, Kap. 22.1.3, Punkt 8. Auch hier ist Konkretisierungsbedarf gegeben
58	Seite 19 A1(2)	Beim Nachweis, dass die Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter zu keinem Zeitpunkt während des Betriebes und nach Kühlmittelverluststörfällen lokal oder integral die Zündgrenze (4% Wasserstoff in Luft) überschreitet, werden folgende Vorgaben berücksichtigt:	Ich zweifle daran, dass die 4% nach Kühlmittelverlust in jedem Raum einzuhalten sein werden. Deshalb plädiere ich dafür, dass in diesem Fall die Auswirkungen einer möglichen Zündung zu bewerten sind.
59	A1(2)2.	Die Wasserstoffbildung wird für mindestens 100 Tage nach Störfalleintritt berechnet. Hierbei wird angenommen, dass der aus Metall-Wasser-Reaktionen stammende Wasserstoff sofort freigesetzt und näherungsweise	Die katalytischen Rekombinatoren sind nicht berücksichtigt.

Anlage zur Stellungnahme der AG 3 zum Modul 6, Stand: 28.09.2007

		homogen verteilt wird. Für den langfristig durch Radiolyse entstehenden Wasserstoff wird angenommen, dass er kontinuierlich mit bzw. aus dem Kühlmittel freigesetzt wird. Bei der Berechnung wird der Freisetzungsort berücksichtigt.	
60	Seite 19 A1(2) 4 a	Als Quelle der radiolytisch wirkenden Strahlung wird mindestens der der vorgesehenen Abbrandstrategie entsprechende Gleichgewichtskern am Zyklusende angenommen, wobei die Spaltstoffzusammensetzung der im Kern befindlichen Brennelemente und die Aktivierungsprodukte berücksichtigt werden. Für die Berechnung der Zeitfunktion der γ -Nachzerfallsleistung $P(t)$ werden in Abweichung	Gemeint ist sicher die Spaltproduktzusammensetzung
61	Anhang 2	Detailanforderungen zur Ermittlung von Differenzdrücken innerhalb des Sicherheitsbehälters	Die folgenden Ausführungen – soweit sie nicht ohnehin durch die Module abgedeckt sind -gehören maximal in eine KTA-Regel.
62	A2(1)	Detailanforderungen zur Ermittlung von Differenzdrücken innerhalb des Sicherheitsbehälters	Anhang 2, A2 (1), 1. Ausgangszustand für Differenzdruckermittlung Unterscheidung zwischen DWR und SWR nicht klar. Die Anforderungen bzgl. der globalen RSB-Auslegung werden nicht gesondert genannt.
63	Anhang 3	Detailanforderungen zur Ermittlung von Strahl- u. Reaktionskräften bei	Die folgenden Ausführungen – soweit sie nicht ohnehin durch die Module

		Lecks an druckführenden Systemen innerhalb des Sicherheitsbehälters	abgedeckt sind -gehören maximal in eine KTA-Regel.
--	--	---	--

Unterlagen

- [1] Kommentar von Herrn Waas zum Modul 6
- [2] Modul 6, Rev. B: Synoptische Darstellung der K2 und K3 Kommentare der RSK
Kommentare von Herrn Donderer
- [3] Kommentare zu Modul 6, Anforderungen an Nachweisführung und Dokumentation, Revision B
Kommentar von Herrn Prof. Weiß
- [4] Kommentare zum Modul 6 des BMU-Regelwerksentwurfs, Revision B
Kommentare des VdTÜV
- [5] Modul 6 Anforderungen an die Nachweisführung
Kommentar der VGB