



Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) mbH



-Textmodul -

„Sicherheitsanforderungen für
Kernkraftwerke:

Anforderungen an die
Auslegung und den Betrieb
des Reaktorkerns"

ENTWURF

Revision C

SR 2602

Ergebnisse Team 2



Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) mbH



- Textmodul -

„Sicherheitsanforderungen für
Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Auslegung
und den Betrieb des Reaktorkerns“

Revision C

ENTWURF

Dieser Bericht ist im Auftrag des
BMU im Rahmen des Vorhabens
SR 2602 erstellt worden. Die Arbei-
ten des Vorhabens SR 2602 wer-
den in Teams durchgeführt. Der
vorliegende Bericht gibt die gemein-
samen Arbeitsergebnisse des
Teams 2 „Kernauslegung“ wieder.

Die Mitglieder des Teams 2 sind:

R. Donderer, Teamleiter, PHB
Dr. H. Glaeser, GRS
Dr. S. Langenbuch, GRS
Dr. H.-G. Sonnenburg, GRS

Mitarbeit von:
M. Brettner, PHB
O. Schumacher, PHB

August 2008

Auftrags-Nr.: 813000

Anmerkung:

Der Auftraggeber behält sich alle
Rechte vor. Insbesondere darf die-
ser Bericht nur mit seiner Zu-
stimmung zitiert, ganz oder teilwei-
se vervielfältigt werden bzw. Dritten
zugänglich gemacht werden.

Der Bericht gibt die Auffassung und
Meinung des Auftragnehmers bzw.
der Unterauftragnehmer wieder und
muss nicht mit der Meinung des
Auftraggebers übereinstimmen.

Vorwort

Im Vorhaben SR 2475 wurden zu den im kerntechnischen Regelwerk nicht verankerten oder erheblich überarbeitungsbedürftigen Sicherheitsaspekten modularisiert Sicherheitsanforderungen nach Stand von Wissenschaft und Technik als Regeltextmodule im Detaillierungsgrad der „BMI-Sicherheitskriterien“ und „RSK-Leitlinien“ zusammengestellt. Den Sicherheitsanforderungen sind insgesamt 11 Module zugeordnet. Die Sicherheitsanforderungen wurden in einem transparenten Prozess umfassend kommentiert. Alle dazu eingegangenen Kommentare sind in die Bearbeitung eingeflossen und, soweit erforderlich, bei der Erstellung der Revision B der Module berücksichtigt worden. Die Revision B der Module ist seit September 2006 im Internet (<http://regelwerk.grs.de>) veröffentlicht.

Alle seit September 2006 zur Rev. B der Regeltextmodule eingegangenen Kommentare einschließlich der Hinweise aus den Beratungen des Fachausschuss Reaktorsicherheit (FARS) wurden bei der Erstellung der Rev. C ausgewertet.

Die Rev. C der Regeltextmodule umfasst insgesamt 12 Module. Gegenüber Rev. B wurde Modul 5 neu strukturiert. Die Anforderungen an die Leittechnik sowie an die Störfallinstrumentierung sind, wie bisher, Modul 5 zugeordnet. Die Anforderungen an die Elektrische Energieversorgung sind nun in einem neuen Modul 12 integriert.

Zu folgenden Sicherheitsaspekten wurden Regeltextmodule erstellt:

- Modul 1: „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Grundlegende Sicherheitsanforderungen“
- Modul 2: „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb des Reaktorkerns“
- Modul 3 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“
- Modul 4 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Ausführung der Druckführenden Umschließung, der drucktragenden Wandung der Äußeren Systeme sowie des Sicherheitseinschlusses“

- Modul 5 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Leittechnik und Störfallinstrumentierung“
- Modul 6 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Nachweisführungen und Dokumentation“
- Modul 7 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an den anlageninternen Notfallschutz“
- Modul 8 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an das Sicherheitsmanagement“
- Modul 9 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an den Strahlenschutz“
- Modul 10 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Auslegung und den sicheren Betrieb von baulichen Anlagenteilen, Systemen und Komponenten“
- Modul 11 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Handhabung und Lagerung der Brennelemente“
- Modul 12 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke:
Anforderungen an die Elektrische Energieversorgung“

Zusätzlich wurden die in den Modulen verwendeten Begriffe in einer Definitionsliste zusammengestellt. Die vorliegende Unterlage des Regeltextmoduls in der Fassung Rev. C enthält dementsprechend in synoptischer Darstellung die Ergebnisse der Auswertung aller bisher zum Modul 2 „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb des Reaktorkerns“ übermittelten Kommentare und Hinweise. Zur besseren Lesbarkeit ist Rev. C von Modul 2 in einen Fließtext umgesetzt worden. Rev. C von Modul 2 ist im Internet unter <http://regelwerk.grs.de> verfügbar.

Das Zusammenwirken aller Regeltextmodule und der weiteren kerntechnischen Regelungen ist in einem Wegweiser dargestellt.

Gliederung

1	Zielsetzung	1
2	Geltungsbereich	1
3	Anforderungen an die nukleare Auslegung (inhärente Sicherheit, Leistung und Leistungsdichte, Reaktivitätsänderungen)	2
3.1	Sicherheitsebene 1	2
3.2	Sicherheitsebene 2	4
3.3	Sicherheitsebene 3	4
3.4	Sicherheitsebene 4	5
4	Anforderungen an die thermohydraulische Auslegung	5
4.1	Sicherheitsebene 1	5
4.2	Sicherheitsebene 2	6
4.3	Sicherheitsebene 3	7
4.4	Sicherheitsebene 4	7
5	Anforderungen an die mechanische Auslegung	7
5.1	Sicherheitsebene 1	7
5.2	Sicherheitsebene 2	9
5.3	Sicherheitsebene 3	9
5.4	Sicherheitsebene 4	10
6	Anforderungen an die Auslegung der Überwachungs-, Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen	10
6.1	Sicherheitsebene 1	10
6.2	Sicherheitsebene 2	14
6.3	Sicherheitsebene 3	15
6.4	Sicherheitsebene 4	17

7	Anforderungen an die Auslegung der Einbauten des Reaktordruckbehälters	17
7.1	Sicherheitsebene 1	17
7.2	Sicherheitsebene 2	18
7.3	Sicherheitsebene 3	18
7.4	Sicherheitsebene 4	19
Anhang 1	Auslegungsanforderungen für die Brennstäbe.....	20
Anhang 2	Auslegungsanforderungen für die Brennelement-Struktur	21
Anhang 3	Auslegungsanforderungen für die Steuerelemente bzw. Steuerstäbe.....	23

1 Zielsetzung

Dieser Regeltext enthält die sicherheitstechnischen Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb des Reaktorkerns in Kernkraftwerken.

Hinweis Der Regeltext ist nach den Auslegungsbereichen der nuklearen, der thermohydraulischen und der mechanischen Auslegung gegliedert. Zusätzlich werden Anforderungen für die Auslegung der Überwachungs-, Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sowie Anforderungen für die Einbauten des Reaktordruckbehälters im Hinblick auf die Sicherstellung der Abschaltbarkeit und Kühlbarkeit des Reaktorkerns dargestellt. Die Anforderungen werden den Sicherheitsebenen gemäß „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Anforderungen“ (Modul 1) Abschnitt 2.1 zugeordnet.

2 Geltungsbereich

Die Anforderungen gelten für die Auslegung und den Betrieb der folgenden Bauteile von Reaktorkernen in Kernkraftwerken:

- a) Brennstäbe,
- b) Brennelemente,
- c) Einrichtungen zur Überwachung, Regelung, Begrenzung und Abschaltung.

Auslegung und Betrieb der sonstigen Kernbauteile sind derart gestaltet, dass die Einhaltung der im Folgenden dargestellten Anforderungen nicht beeinträchtigt wird.

Hinweise Die im Zuge der Kernauslegung einzuhaltenden Nachweisziele und Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 1 sind in den folgenden Abschnitten aufgeführt.

Eine Zusammenstellung der bei der Kernauslegung zu berücksichtigenden Ereignisse auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a sowie der dabei jeweilig einzuhaltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien ist in „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“ (Modul 3) enthalten.

Anforderungen bezüglich der Handhabung und Lagerung von Kernbauteilen, einschließlich des Brennelementwechsels, sind in „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderung an die Handhabung und Lagerung der Brennelemente“ (Modul 11) zusammengestellt.

3 Anforderungen an die nukleare Auslegung

(inhärente Sicherheit, Leistung und Leistungsdichte, Reaktivitätsänderungen)

3.1 Sicherheitsebene 1

- 3.1 (1) Bei der nuklearen Kernauslegung sind alle Parameter berücksichtigt, die die Reaktivität bzw. Leistung des Kerns oder die Leistungsdichte beeinflussen, soweit dies zur Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien auf den einzelnen Sicherheitsebenen erforderlich ist.

Die Abhängigkeiten dieser Parameter vom Zyklusverlauf sowie die Bandbreiten der im bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Änderungen und Schwankungen in den Betriebsparametern sind berücksichtigt.

- 3.1 (2) Der Reaktorkern ist so ausgelegt, dass auf Grund inhärenter reaktorphysikalischer Rückkopplungseigenschaften im Normalbetrieb und bei den auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a betrachteten Ereignissen

- a) schnelle Reaktivitätsanstiege so weit abgefangen werden, dass im Zusammenwirken mit den sonstigen inhärenten Eigenschaften der Anlage und den Abschalteinrichtungen die auf den Sicherheitsebenen jeweils geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden;

Hinweis: Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 3.2 (3).

- b) eine Erhöhung der Brennstofftemperatur im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;
- c) eine Zunahme des Dampfblasengehalts im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;
- d) eine Erhöhung der Kühlmitteltemperatur und/oder eine Abnahme der Kühlmitteldichte im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung haben,

- beim DWR spätestens bei Erreichen des Nenn- bzw. Teillastbetriebs mit Xenon-Gleichgewicht zu Zyklusbeginn und
- beim SWR spätestens bei Erreichen der Betriebstemperatur.

3.1 (3a) Eine positive Reaktivitätsrückwirkung bei Erhöhung der Kühlmitteltemperatur bzw. Abnahme der Kühlmitteldichte (ohne bzw. mit vernachlässigbarer Dampfblasenbildung) vor Erreichen der in Ziffer 3.1 (2d) genannten Zustände ist zulässig, wenn nachgewiesen ist, dass

- im Normalbetrieb dabei eine stabile Regelung der Reaktorleistung möglich ist und
- bei Berücksichtigung der daraus resultierenden positiven Reaktivitätsrückwirkungen bei den auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a zu betrachtenden Ereignissen die jeweiligen sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. Bei der Analyse von Transienten mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a) ist Ziffer 3.2.5 (2) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Nachweisführungen und Dokumentation“ (Modul 6) beachtet.

3.1 (3b) Die sicherheitstechnische Bedeutung lokaler Dampfblasenzunahmen oder lokaler Kühlmitteltemperaturerhöhungen bzw. -dichteabnahmen mit positiven Rückwirkungen auf die Reaktivität ist bewertet.

3.1 (4) Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass

- a) die Leistung und Leistungsdichte sowie alle Sicherheitsvariablen, die für die Reaktivität, die Leistung oder die Leistungsdichte hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien auf den einzelnen Sicherheitsebenen wesentlich sind, im erforderlichen Umfang zeitlich und räumlich zuverlässig überwacht werden können;

Hinweis: Zur Definition von „Überwachung“ siehe „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Begriffsdefinitionen“.

- b) Leistung und Leistungsdichteverteilung innerhalb zulässiger Grenzen stabil gehalten werden können, auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Xenon-Umverteilungen;

- c) Änderungen in der Reaktivität, Leistung oder Leistungsdichte kontrolliert erfolgen;
- d) die reaktorphysikalischen Randbedingungen eingehalten werden, die der thermohydraulischen und mechanischen Kernausslegung, der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sowie der Auslegung des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten zu Grunde gelegt sind.

3.1 (5) Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass im Normalbetrieb ein ausreichender Abstand zu dem Bereich, in dem ungedämpfte Leistungsdichteschwingungen auftreten können, vorhanden ist (siehe auch Ziffer 4.1 (3)).

3.1 (6) Die Auslegungsrechnungen zu den reaktorphysikalischen Sicherheitsvariablen des Kerns werden von zyklusspezifischen Messprogrammen bzw. anhand von anfallenden Kernüberwachungsdaten überprüft.

Es ist festgelegt, wie im Falle signifikanter Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu verfahren ist.

3.2 Sicherheitsebene 2

3.2 (1) Bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen werden im Zusammenwirken mit den Kühlsystemen und den Maßnahmen bzw. Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte die Anforderungen an die Auslegung der Kernbauteile gemäß Ziffer 5.2 (1) sowie die für die Sicherheitsebene 2 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten.

3.3 Sicherheitsebene 3

3.3 (1) Bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen werden die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten.

3.4 Sicherheitsebene 4

3.4 (1) Der Reaktorkern ist so ausgelegt, dass bei Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a) durch eine ausreichend negative Reaktivitätsrückwirkung im Zusammenwirken mit den ansonsten als wirksam unterstellten Maßnahmen und Einrichtungen der Anlage die Leistung begrenzt bzw. ausreichend schnell abgesenkt wird, so dass die sicherheitstechnischen Nachweisziele

- a) Erhaltung einer abschalt- und kühlbaren Geometrie des Reaktorkerns sowie
- b) Erhaltung der Integrität der Druckführenden Umschließung

und die für diese Ereignisse geltenden Nachweiskriterien eingehalten werden.

Durch die weiteren Abschalteinrichtungen wird der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität erreicht (siehe auch Ziffer 6.4 (1)).

4 Anforderungen an die thermohydraulische Auslegung

4.1 Sicherheitsebene 1

4.1 (1) Bei der thermohydraulischen Kernauslegung sind alle Parameter berücksichtigt, die für die Kühlung der Brennelemente wesentlich sind, soweit dies zur Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien erforderlich ist.

Die Abhängigkeiten dieser Parameter vom Zyklusverlauf sowie die Bandbreiten der im bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Änderungen und Schwankungen in den Betriebsparametern sind berücksichtigt.

- 4.1 (2) Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass
- a) alle Sicherheitsvariablen, die für die Kühlung der Brennelemente hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien auf den einzelnen Sicherheitsebenen wesentlich sind, im erforderlichen Umfang zeitlich und räumlich zuverlässig überwacht werden können;
 - b) ein kritischer Siedezustand nicht auftritt;
 - c) die thermohydraulischen Randbedingungen eingehalten werden, die der nuklearen und mechanischen Kernausslegung, der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteneinrichtungen, sowie der Auslegung des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten zu Grunde gelegt sind.
- 4.1 (3) Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass im Normalbetrieb ein ausreichender Abstand zu dem Bereich, in dem ungedämpfte Leistungsdichteschwingungen auftreten können, vorhanden ist (siehe auch Ziffer 3.1 (5)).
- 4.1 (4) Die Auslegungsrechnungen zu den thermohydraulischen Sicherheitsvariablen des Kerns werden anhand von zyklusspezifischen Messprogrammen bzw. anhand von anfallenden Kernüberwachungsdaten überprüft.

Es wird festgelegt, wie im Falle signifikanter Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu verfahren ist.

4.2 Sicherheitsebene 2

- 4.2 (1) Bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen werden im Zusammenwirken mit den Kühlsystemen und den Maßnahmen bzw. Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte die Anforderungen an die Auslegung der Kernbauteile gemäß Ziffer 5.2 (1) sowie die für Sicherheitsebene 2 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten.

4.3 Sicherheitsebene 3

- 4.3 (1) Bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen werden die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten.

4.4 Sicherheitsebene 4

- 4.4 (1) Für die Sicherheitsebene 4 bestehen keine Anforderungen an die thermohydraulische Auslegung des Reaktorkerns, die über die in Abschnitt 3.4 genannten Anforderungen hinausgehen.

5 Anforderungen an die mechanische Auslegung

5.1 Sicherheitsebene 1

- 5.1 (1) Bei der mechanischen Auslegung der Kernbauteile sind alle mechanischen, thermischen, chemischen und durch Strahlung hervorgerufenen Einwirkungen auf die Kernbauteile berücksichtigt, die hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen gemäß Anhang 1 bis Anhang 3 sowie der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien wesentlich sind. Die Abhängigkeiten dieser Einwirkungen vom Zyklusverlauf sind berücksichtigt.
- 5.1 (2) Die Kernbauteile und die aus diesen Bauteilen jeweils aufgebauten Reaktorkerne sind so ausgelegt und werden so betrieben, dass die anforderungsgerechte Funktionsfähigkeit der Kernbauteile bis zum Ende ihrer Einsatzzeit auslegungsgemäß gegeben ist.

Die Kompatibilität der Kernbauteile untereinander ist gegeben.

Insbesondere ist sichergestellt, dass keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen (DWR) bzw. Steuerstäben (SWR) entstehen, die die mechanische Abschaltbarkeit und/oder die Kühlbarkeit des Kerns gefährden.

- 5.1 (3a) Für die Brennstäbe sind zu den in Anhang 1 aufgeführten Anforderungen a) bis j) Auslegungsgrenzen, die brennstoff- bzw. werkstoffspezifisch sein können, festgelegt.
- 5.1 (3b) Alternativ zu den in Ziffer 5.1 (3a) genannten Auslegungsgrenzen können für in Anhang 1 aufgeführte Anforderungen experimentell abgesicherte Defektwahrscheinlichkeiten bestimmt werden.
- 5.1 (4) Für die Brennelement-Struktur sind zu den in Anhang 2 aufgeführten Anforderungen Auslegungsgrenzen, die konstruktions- und werkstoffspezifisch sein können, festgelegt und eingehalten.
- 5.1 (5) Für die Steuerelemente bzw. Steuerstäbe sind zu den in Anhang 3 aufgeführten Anforderungen Auslegungsgrenzen, die konstruktions- und werkstoffspezifisch sein können, festgelegt und eingehalten.
- 5.1 (6) Die Auslegungsgrenzen gemäß Ziffern 5.1 (3a), 5.1 (4) und 5.1 (5) sind unter Berücksichtigung der Unsicherheiten in der experimentellen Datenbasis so festgelegt, dass bei Einhaltung der Auslegungsgrenze Defekte an den Brennstäben, Brennelement-Strukturen oder Steuerelementen bzw. Steuerstäben sowie der zugehörigen Strukturteile nicht zu unterstellen sind.
- 5.1 (7) Bei Nachweisführungen für die Brennstabintegrität ist gezeigt, dass die in Anhang 1 aufgeführten Auslegungsanforderungen eingehalten werden. Es ist gezeigt, dass,
- a) sofern Nachweise mittels deterministischer Methoden geführt werden, kein Brennstab die Auslegungsgrenzen gemäß Ziffer 5.1 (3a) während seiner Einsatzzeit überschreitet.
 - b) sofern Nachweise mittels statistischer Methoden geführt werden, die Wahrscheinlichkeit dafür, dass höchstens ein Brennstab pro Zyklus die Auslegungsgrenzen gemäß Ziffer 5.1 (3a) überschreitet, mindestens 95 % beträgt, bei einer statistischen Sicherheit von mindestens 95%.

Bei Verwendung von Defektwahrscheinlichkeiten gemäß Ziffer 5.1 (3b) ist gezeigt, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, dass kein Brennstab pro Zyklus

defekt wird, mindestens 95 % beträgt, bei einer statistischen Sicherheit von mindestens 95%.

Hinweis: Siehe hierzu auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Nachweisführungen und Dokumentation“ (Modul 6) Ziffern 3.3 (3) und 3.3 (4).

5.1 (8) Die Brennelemente sind so ausgelegt, dass Inspektionen an Brennstäben und der Brennelement-Struktur hinsichtlich des anforderungsgerechten Betriebsverhaltens möglich sind.

5.1 (9) Es werden Prüfungen der Brennelemente sowie der Steuerelemente bzw. Steuerstäbe im Hinblick auf ihr anforderungsgerechtes Betriebsverhalten durchgeführt.

5.1 (10) Die im Reaktorkern eingesetzten Werkstoffe sind kompatibel mit der Wasserchemie des Reaktorkühlmittels, so dass unzulässige Veränderungen der Oberflächen im Reaktorkern infolge Korrosion und Ablagerungen vermieden werden.

5.2 Sicherheitsebene 2

5.2 (1) Bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 bleibt die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit und Handhabbarkeit der Brennelemente sowie der Steuerelemente (DWR) bzw. Steuerstäbe (SWR) erhalten. Die Auslegungsgrenzen gemäß den Ziffern 5.1 (4) und 5.1 (5) sowie die Anforderungen der Ziffer 5.1 (7) werden eingehalten.

Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen bzw. Steuerstäben entstehen, die die mechanische Abschaltbarkeit und/oder die Kühlbarkeit des Kerns gefährden.

5.3 Sicherheitsebene 3

5.3 (1) Bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen werden die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten.

Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 3 keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen bzw. Steuerstäben entstehen, die

- die mechanische Abschaltbarkeit (beim großen Leckstörfall beim DWR die dauerhafte Abschaltbarkeit) und/oder
- die Kühlbarkeit

des Kerns gefährden.

- 5.3 (2) Die Auswirkungen der im Laufe des bestimmungsgemäßen Betriebs auftretenden Eigenschaftsänderungen der Brennstäbe und der Brennelementstruktur sowie der Steuerelemente bzw. Steuerstäbe auf das Störfallverhalten sind berücksichtigt.

5.4 Sicherheitsebene 4

- 5.4 (1) Für die Sicherheitsebene 4 bestehen keine Anforderungen an die mechanische Auslegung des Reaktorkerns, die über die in Abschnitt 3.4 genannten Anforderungen hinausgehen.

6 Anforderungen an die Auslegung der Überwachungs-, Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen

6.1 Sicherheitsebene 1

- 6.1 (1) Der Betrieb des Reaktorkerns wird wie folgt überwacht:
- a) Die Leistung und die Leistungsdichte sowie alle Sicherheitsvariablen, die für die Reaktivität, die Reaktorleistung, die Leistungsdichte und die Kühlung der Brennelemente hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien wesentlich sind, werden im erforderlichen Umfang zeitlich und räumlich zuverlässig überwacht.

- b) Die räumliche Auflösung der Überwachung, sowie die Empfindlichkeit und konstruktive Ausführung der Überwachungseinrichtungen gewährleisten bei jedem Betriebszustand der Anlage sowie bei den Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4a die jeweils erforderlichen Funktionen der Regelungs-, Begrenzungs- und Sicherheitseinrichtungen.
 - c) Es ist sichergestellt, dass alle Einstellwerte der Regelungs-, Begrenzungs- und Sicherheitseinrichtungen unter Berücksichtigung des jeweiligen Betriebszustands und der Kernausslegung festgelegt und eingestellt werden, so dass die auslegungsgemäße Funktion der Regelungs-, Begrenzungs- und Sicherheitseinrichtungen zuverlässig gegeben ist.
 - d) Es ist sichergestellt, dass mittels der direkt gemessenen Prozessvariablen auch die abgeleiteten Sicherheitsvariablen zuverlässig bestimmt werden können.
 - e) Es ist sichergestellt, dass diejenigen Sicherheitsvariablen des Reaktorkerns, die Einfluss auf die Nachweisführungen auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a haben, innerhalb der Bandbreiten gehalten werden, für die die Beherrschung der Ereignisse dieser Sicherheitsebenen nachgewiesen ist.
- 6.1 (2) Leistung und Leistungsdichte werden innerhalb zulässiger Grenzen gehalten, so dass auch unter Berücksichtigung der im Normalbetrieb möglichen Änderungen in den reaktivitätswirksamen Parametern die nuklearen, thermohydraulischen und mechanischen Auslegungsanforderungen (gemäß Abschnitten 3.1, 4.1 und 5.1) erfüllt werden.
- 6.1 (3) Bei der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sind alle mechanischen, thermischen, chemischen und durch Strahlung hervorgerufenen Einwirkungen berücksichtigt, die während des Betriebs der Anlage bzw. bei Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen, deren Funktion zur Ereignisbeherrschung auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a erforderlich ist, auch unter den jeweiligen Ereignisbedingungen auftreten können.

- 6.1 (4) Bei der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sind alle Parameter berücksichtigt, die die Wirksamkeit dieser Einrichtungen beeinflussen.
- 6.1 (5) Das Schnellabschaltsystem gemäß Ziffer 3.2 (5) bzw. 3.2 (6) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1)
- a) wird von Anregungen automatisch ausgelöst, die aus verschiedenen Prozessvariablen gemäß den Anforderungen für Leittechnik- Funktionen der Kategorie A (siehe „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Leittechnik und Störfallinstrumentierung“ (Modul 5) Ziffer 5 (2)) gebildet werden;
 - b) wird auch für den Fall, dass es gemeinsame Komponenten mit den Regelungs- bzw. Begrenzungseinrichtungen hat, durch Funktion der Regelungs- bzw. Begrenzungseinrichtungen (auch nicht eine durch Fehler in diesen Einrichtungen erzeugte Funktion) in seiner bestimmungsgemäßen Funktion ungünstig beeinflusst;
 - c) kann auch manuell ausgelöst werden.
- 6.1 (6) Die Abschalteinrichtungen gemäß Ziffer 3.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) stellen sicher, dass der geforderte Betrag der Abschaltsreaktivität erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten werden kann.

Die Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel liefern beim SWR einen Betrag der Abschaltsreaktivität von 5 %.

- 6.1 (7) Die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der für die Abschaltung relevanten Systeme und Komponenten sind durch Auslegung und regelmäßige Prüfungen sowie durch geeignete Instandhaltungsmaßnahmen über die gesamte Dauer der Einsatzzeit sichergestellt. Hierbei gilt insbesondere:
- a) In regelmäßigen Zeitabständen werden alle Steuerelemente bzw. Steuerstäbe auf ordnungsgemäße Verfahrbarkeit überprüft.

- b) Die ordnungsgemäße Funktion des Schnellabschaltsystems wird am Ende und vor Beginn eines Zyklus sowie nach jeder Reaktorschnellabschaltung gezeigt. Zudem wird nach jeder Instandhaltungsmaßnahme, welche eine Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit der Schnellabschaltung zur Folge haben kann, eine Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion der betroffenen Komponenten vorgenommen.
- c) Lässt sich ein Steuerelement bzw. Steuerstab nicht mehr oder nur schwergängig verfahren oder werden verzögerte Einfall- bzw. Einschusszeiten festgestellt, wird der Sachverhalt unverzüglich sicherheitstechnisch (Sicherstellung der erforderlichen Begrenzungs- und Abschaltfunktionen, Erhalt der Abschaltreaktivität, Möglichkeit eines systematischen Fehlers) bewertet. Ist ein sicherer Weiterbetrieb nicht mehr zweifelsfrei sichergestellt, wird der Reaktor unterkritisch gemacht. Sind Schäden an Steuerelementen bzw. Steuerstäben Ursache der Schwergängigkeit, so werden diese Komponenten ausgetauscht oder ertüchtigt.
- d) Die Antriebe der Steuerelemente bzw. Steuerstäbe, einschließlich aller dazugehörigen Hilfssysteme, haben nur insoweit gemeinsame Komponenten, als sichergestellt ist, dass ein Einzelfehler die zuverlässige und wirksame Abschaltung des Reaktors nicht beeinträchtigt.
- e) Gegen das unkontrollierte Ausfahren von Steuerelementen bzw. Steuerstäben sind Maßnahmen bzw. Einrichtungen vorhanden.
- f) Beim SWR ist sichergestellt, dass nach einem Stillstand aller Zwangsumwälzpumpen ein Start von Zwangsumwälzpumpen bei gezogenen Steuerstäben nicht erfolgt.
- g) Für mit Boreinspeisung arbeitende Abschalteinrichtungen ist eine periodische sowie anlassbezogene Überwachung der Borkonzentration und des Füllstandes in den für die Sicherheit wichtigen Vorratsbehältern derart vorgesehen, dass eine anforderungsgerechte Einspeisung des Bors sichergestellt ist.
- h) Auch beim Eintreten mehrerer voneinander nicht unabhängiger Ereignisse (z.B. Brand, Wassereinbruch) ist die Abschaltung des Reaktors sichergestellt.

6.2 Sicherheitsebene 2

- 6.2 (1) Es sind automatisch wirkende Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte vorhanden, die, im Zusammenwirken mit der nuklearen, thermohydraulischen und mechanischen Auslegung des Reaktorkerns, sicherstellen, dass
- eine mögliche Reaktivitätszufuhr und eine dadurch bedingte Erhöhung der Reaktorleistung oder der Leistungsdichte sowie
 - eine Verschlechterung der Kühlung der Brennelemente
- infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 so beschränkt bleiben, dass die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene eingehalten werden.
- 6.2 (2) Bei Transienten, mit deren Eintreten während der Reaktorlebensdauer zu rechnen ist und in deren Ablauf so große Änderungen der Betriebsparameter erzeugt werden, dass eine Reaktorschnellabschaltung erfolgt, stellt das Schnellabschaltsystem sicher, dass der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität so schnell unter Erfüllung der Anforderungen der Ziffer 3.2 (6) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) erreicht wird, dass auf der Sicherheitsebene 2 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.
- 6.2 (3) Durch die Schnellabschaltung wird der Reaktor bei den zu betrachtenden Ereignissen so lange unterkritisch gehalten, bis die dauerhafte Aufrechterhaltung der Unterkritikalität sichergestellt ist.
- 6.2 (4) Die Abschalteinrichtungen gemäß Ziffer 3.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) stellen sicher, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten werden kann.

- 6.2 (5) Die Wirksamkeit und Fahrgeschwindigkeit sowohl von einzeln als auch von gemeinsam fahrenden Steuerelementen bzw. Steuerstäben sowie anderer reaktivitätswirksamer Einrichtungen sind so begrenzt, dass bei fehlerhaftem Fahrbefehl die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 2 eingehalten werden.

- 6.2 (6) Sofern ein lokaler Anstieg der Leistungsdichte durch Umverteilungen des Neutronenflusses infolge einer Störung nicht ausgeschlossen werden kann, sind Maßnahmen bzw. Einrichtungen zur wirksamen Begrenzung des Anstiegs vorgesehen.

- 6.2 (7) Beim SWR ist durch wirksame und zuverlässige automatische Einrichtungen sichergestellt, dass bei einem störungsbedingten Verlassen des bezüglich Leistungsdichteschwingungen stabilen Bereichs des Betriebskennfeldes das Auftreten von ungedämpften Schwingungen verhindert wird bzw. diese so rechtzeitig beendet werden, dass die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 2 eingehalten werden.

6.3 Sicherheitsebene 3

- 6.3 (1) Bei den betroffenen Ereignissen der Sicherheitsebene 3 stellt das Schnellabschaltssystem sicher, dass der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität unter Erfüllung der Anforderungen der Ziffer 3.1 (8) und 3.2 (6) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen (Modul 1) so schnell erreicht wird, dass im Zusammenwirken mit anderen Sicherheitseinrichtungen die auf der Sicherheitsebene 3 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.

- 6.3 (2) Durch die Schnellabschaltung wird der Reaktor bei den zu betrachtenden Ereignissen der Sicherheitsebene 3 so lange unterkritisch gehalten, bis die dauerhafte Aufrechterhaltung der Unterkritikalität sichergestellt ist.

- 6.3 (3) Beim DWR ist abweichend von Ziffer 6.3 (2) bei Störfällen mit hoher Abkühlgeschwindigkeit des Reaktorkerns (Unterkühlungstransienten, siehe „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewas-

serreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“ (Modul 3)) ein kurzes Wiederkritischwerden zulässig, sofern die Einhaltung der ansonsten geltenden Nachweiskriterien sichergestellt ist.

- 6.3 (4) Die Abschalteinrichtungen gemäß Ziffer 3.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) stellen sicher, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 3 der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten werden kann.
- 6.3 (5) Die zum Abfahren der Zwangsumwälzpumpen beim SWR notwendigen Einrichtungen sind als leittechnische Einrichtungen für die Ausführung von Leittechnik-Funktionen der Kategorie A gemäß „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Leittechnik und Störfallinstrumentierung“ (Modul 5) ausgelegt.
- 6.3 (6) Gegen den vollständigen Auswurf eines Steuerelements bzw. Steuerstabs sowie das vollständige Herausfallen eines Steuerstabs (SWR) sind außer der sicheren Auslegung und der sorgfältigen Fertigungskontrolle sowie Verriegelungen (SWR) davon unabhängige Maßnahmen bzw. Einrichtungen vorgesehen, es sei denn, es ist nachgewiesen, dass beim Auswurf des Steuerelements bzw. Steuerstabs bzw. Herausfallen des Steuerstabs mit dem größten Reaktivitätswert die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.
- 6.3 (7) Die Wirksamkeit und Fahrgeschwindigkeit sowohl von einzeln als auch von gemeinsam fahrenden Steuerelementen bzw. Steuerstäben sowie anderer reaktivitätswirksamer Einrichtungen sind so begrenzt, dass bei Störfällen infolge von Fehlaktivierungen dieser Einrichtungen die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 3 eingehalten werden.

6.4 Sicherheitsebene 4

- 6.4 (1) Bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 4a wird der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität durch die jeweilig verfügbaren Abschalteinrichtungen unter Erfüllung der Anforderungen der obigen Ziffer 3.4 (1) sowie der Ziffern 3.2 (6) bzw. 3.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten.

7 Anforderungen an die Auslegung der Einbauten des Reaktordruckbehälters

Hinweis Unter Einbauten des Reaktordruckbehälters werden im Folgenden insbesondere verstanden:

beim DWR:

- oberes und unteres Kerngerüst

beim SWR:

- Kernmantel
- oberes und unteres Kerngitter
- Steuerstabführungsrohre
- Dampf-Wasserabscheider
- Dampftrockner
- Speisewasserverteiler.

7.1 Sicherheitsebene 1

- 7.1 (1) Bei der Auslegung der Einbauten des Reaktordruckbehälters sind alle mechanischen, thermischen, chemischen und durch Strahlung hervorgerufenen Einwirkungen berücksichtigt, die während des Betriebs der Anlage sowie bei Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4a auftreten können.
- 7.1 (2) Die Einbauten im Reaktordruckbehälter halten allen während des Normalbetriebs auftretenden Beanspruchungen während ihrer gesamten Einsatzdauer derart stand, dass die Einhaltung der Normalbetriebsbedingungen des Reaktorkerns sichergestellt ist.
- 7.1 (3) Es sind geeignete Maßnahmen bzw. Einrichtungen vorgesehen, um zu verhindern, dass die Kontrolle der Reaktivität oder die Kühlung der Brenn-

elemente durch Verunreinigungen oder lose Teile im Kühlmittel beeinträchtigt wird.

7.1 (4) Das Schwingungsverhalten der Einbauten im Reaktordruckbehälter wird durch Messungen während der Inbetriebnahme der Anlage untersucht. Maßnahmen und Einrichtungen für eine betriebliche Überwachung sind in sicherheitstechnisch begründetem Umfang vorgesehen.

7.1 (5) Es sind Prüfungen der Einbauten im Reaktordruckbehälter im Hinblick auf das Auftreten von Schäden und die Einhaltung der anforderungsgerechten Funktionsfähigkeit der Einbauten vorgesehen.

7.2 Sicherheitsebene 2

7.2 (1) Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene sichergestellt ist.

7.3 Sicherheitsebene 3

7.3 (1) Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 3 und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene sichergestellt ist.

Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 3 die mechanische Abschaltbarkeit (beim großen Leckstörfall beim DWR die dauerhafte Abschaltbarkeit) und die Kühlbarkeit des Kerns erhalten bleibt.

Hinweis Zum Nachweisumfang bei Lecks größer 0,1 F siehe „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“ (Modul 3) Anhang A2.

7.4 Sicherheitsebene 4

- 7.4 (1) Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 4a und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene gegeben ist.

Anhang 1 Auslegungsanforderungen für die Brennstäbe

Für die Brennstäbe gelten folgende Auslegungsanforderungen:

- a) Vermeidung von Brennstoffschmelzen,
- b) Begrenzung der tangentialen Hüllrohr- Gesamtdehnung infolge schneller positiver Leistungsänderung,
- c) Begrenzung der Wechsellastspannung bei dynamischer Beanspruchung,
- d) Begrenzung der Druckdifferenz über das Hüllrohr als Folge äußeren Überdrucks,
- e) Begrenzung der Spannungen im freistehenden Hüllrohr,
- f) Begrenzung des Brennstab-Innendrucks zur Vermeidung einer unzulässigen thermischen Rückkopplung,
- g) Begrenzung der plastischen Hüllrohr-Vergleichsdehnung im Zugbereich,
- h) Begrenzung der Hüllrohr-Oxidschichtdicke,
- i) Begrenzung der Wasserstoff-Aufnahme ins Hüllrohr (unter Beachtung der Verteilung des aufgenommenen Wasserstoffs im Hüllrohr),
- j) Begrenzung der Tangentialspannung im Hüllrohr (unter Beachtung der Hydrid-Ausrichtung),
- k) Begrenzung von Abrieb (Fretting),
- l) Brennstabschäden infolge mechanisch-chemischer Wechselwirkungen zwischen Brennstoff und Hüllrohr (PCI/SCC) werden durch die Brennstabauslegung und/oder durch einen geeigneten Betrieb des Reaktorkerns vermieden.

Die o. g. Auslegungsanforderungen gelten für die derzeit üblichen Auslegungskonzepte. Sofern andere Auslegungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist.

Anhang 2 Auslegungsanforderungen für die Brennelement-Struktur

Für die Brennelement-Struktur gelten folgende Auslegungsanforderungen:

- a) Vermeidung des Abhebens des Brennelements vom unteren Rost durch ausreichende Niederhaltekraft am Brennelement bzw. durch Begrenzung der Auftriebskraft auf zulässige Werte,
- b) Begrenzung der Steuerelement-Führungsrohr-Spannungen zur Vermeidung unzulässiger Verformungen (DWR),
- c) Begrenzung der Steuerelement-Führungsrohr- Druckspannungen zur Vermeidung von Knicken (DWR),
- d) Begrenzung der Vergleichsspannungen in den Brennelement-Strukturteilen,
- e) Begrenzung der Wechsellastspannung an der Brennelement-Struktur zur Vermeidung von Ermüdung,
- f) Begrenzung des Abriebs an Kontaktpunkten der Brennelement-Struktur mit beweglichen Konstruktionsteilen (Fretting),
- g) Begrenzung der Druckspannungen, die durch Reibkräfte vom Abstandshalter auf den Brennstab ausgehen,
- h) Vermeidung bzw. Begrenzung von Druckspannungen, die durch Brennstab-Längenwachstum bei Ausfüllung des Brennstab-Freiraums entstehen (DWR: Vermeidung durch ausreichenden axialen Freiraum, SWR: Vermeidung des Drückens der axialen Feder auf Block),
- i) Vermeidung von Brennelement-Druckspannungen, die durch Brennelement-Längenwachstum bei Ausfüllung des Brennelement-Freiraums entstehen (Vermeidung durch ausreichenden axialen Freiraum),
- j) Begrenzung der Duktilitätsminderung durch Wasserstoff-Aufnahme in die Brennelement-Struktur,
- k) Begrenzung der Federrelaxation,

- l) Begrenzung des differentiellen Wachstums der verschiedenen Brennelementteile,
- m) Begrenzung der Spannungen in der wasserführenden Struktur der Brennelemente (z.B. Brennelementkastenwand, Wasserkanal) (SWR),
- n) Begrenzung der Verformungen der wasserführenden Struktur der Brennelemente (SWR).

Die o. g. Auslegungsanforderungen gelten für die derzeit üblichen Auslegungskonzepte. Sofern andere Auslegungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist.

Anhang 3 Auslegungsanforderungen für die Steuerelemente bzw. Steuerstäbe

Für die Steuerelemente bzw. Steuerstäbe gelten folgende Auslegungsanforderungen:

- a) Begrenzung der maximalen Druckbelastung,
- b) Begrenzung der (Vergleichs-) Spannungen in der Absorber-Umschließung sowie in den sonstigen Strukturteilen,
- c) Begrenzung der Temperatur des Absorber-Materials,
- d) Begrenzung der Ermüdung der Absorber-Umschließung sowie in sonstigen Strukturteilen bei Lastwechsel,
- e) Begrenzung der plastischen Vergleichsdehnung der Absorber-Umschließung sowie in den sonstigen Strukturteilen,
- f) Bereitstellung ausreichender Absorptionswirkung für die vorgesehene Einsatzzeit.

Die o. g. Auslegungsanforderungen gelten für die derzeit üblichen Auslegungskonzepte. Sofern andere Auslegungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist.

Bearbeitung der zu Rev. B von Modul 2 vorliegenden Einträge in der Kommentardatenbank

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1423	Modultitel	Modultext: Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Auslegung des Reaktorkerns Kommentar: In Modul 2 werden nicht nur Anforderungen an die Auslegung sondern auch an den Betrieb des Reaktorkerns gestellt. Insofern ist der Titel des Moduls nicht passend.	JA	Richtige Präzisierung.	Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Auslegung und den Betrieb des Reaktorkerns
1059	Übergeordnet	Kommentar: Der Kritikpunkt, dass die Regelungen zumindest teilweise zu detailliert sind und im Regelungsgehalt eher dem bestehenden kerntechnischen Regelwerk entsprechen ist weiterhin gültig.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1127 a	Übergeordnet	Kommentar: Der Grad der Detaillierung im Modul 2 sollte wo immer möglich zu Gunsten der darunter liegenden Ebenen des Regelwerks zurückgenommen werden.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1655 c	Übergeordnet	Kommentar: Auf Grund des hohen Detaillierungsgrades kommt es zu Überschneidungen mit KTA und anderen nachgeordneten Fachregeln.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich. Im Übrigen sind „Überschneidungen“ nicht grundsätzlich nachteilig zu sehen. Sofern diese korrekt ausfallen können „Überschneidungen“ im Hinblick auf inhaltliche Konsistenz und der Förderung des Verständnisses von Vorteil sein.	
1299 a	Übergeordnet	Kommentar: Die Regelungstiefe ist inhomogen. Die Inhalte der Module gehen in ihrem Detaillierungsgrad zum Teil bis auf die Ebene einer KTA-Regel herunter. Andere Regelungen sind dagegen weit weniger detailliert gefasst.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1655 a	Übergeordnet	Kommentar: Das neue allgemeine Regelwerk sollte in der Regelhierarchie eine klar übergeordnete Position besetzen und den konzeptionellen Rahmen für die anderen Regeldokumente vorgeben. Stattdessen mischen sich in den einzelnen Moduln völlig unterschiedliche Detaillierungsgrade.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1128 1655 b	Übergeordnet	Kommentar: Die hierarchische Abstufung zwischen Modul 1 und den übrigen ist nicht immer klar erkennbar. Teilweise enthält Modul 1 detailliertere Anforderungen als die nachgeordneten Module, Beispiel: Auslegung des Abschaltsystems	Teilweise	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich. Im Hinblick auf die Schnittstellen zwischen Modul 1 und Modul 2 bzgl. der Abschalteinrichtungen siehe die dortigen Änderungsvorschläge.	
1655 f	Übergeordnet	Kommentar: Die Schnittstellen zwischen den einzelnen Moduln sind teilweise nicht stimmig. Einige Verweise finden nicht ihre Entsprechung im Zieltext. Ferner sind die Module nochmals hinsichtlich der Übereinstimmung von Begriffsdefinitionen und der Verwendung der Begriffe zu überprüfen.	Teilweise	Die Schnittstellen und Definitionen wurden überprüft. Sofern sich daraus in Modul 2 Änderungsvorschläge ergeben haben sind diese im weiteren dargestellt.	
1655 g	Übergeordnet	Kommentar: Durch unterschiedliche Behandlung desselben Themas in verschiedenen Modulen ergeben sich Probleme für Interpretation und Anwendung: z.B. wird in M2 für die SE 4 – konsistent mit bisheriger Genehmigungspraxis – der Nachweis der Kühlbarkeit des Kerns gefordert (3.4(1)), in M1 jedoch darüber	Teilweise	Die Behandlung eines Themas in verschiedenen Modulen ist unerlässlich. Die Prüfung der Konsistenz der Anforderungen ist erfolgt. Sofern sich daraus in Modul 2 Änderungsvorschläge ergeben haben sind diese im weiteren dargestellt.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1129 1655 e	Übergeordnet	<p>hinausgehend der Nachweis der Hüllrohrintegrität für SE4a (M1/2.2(5)).</p> <p>Kommentar: Der Versuch, alle Komponenten, Systeme und Funktionen den SE zuzuordnen (mit zusätzlicher Unterscheidung SE 1 und 2) selbst wenn Einrichtungen auf mehreren Sicherheitsebenen wirksam sind/eingesetzt werden, führt zu unnötiger Aufblähung der Texte. Trifft speziell auch auf M2 zu</p>	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1131	Übergeordnet	<p>Kommentar: Es kommt hinzu, dass versucht wurde, Komponenten und Systeme den verschiedenen Sicherheitsebenen zuzuordnen, auch wenn diese auf unterschiedlichen Ebenen angefordert werden. Dies führt zu unnötiger Aufblähung des Textes.</p>	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1130	Übergeordnet	<p>Kommentar: Die Zuordnung der Anforderungen zu den verschiedenen Sicherheitsebenen bedarf einer kritischen Überarbeitung. Häufig werden auf der SE1 Anforderungen beschrieben, die erst auf den SE2-4a wirksam werden.</p>	NEIN	So wie es zu einem ordnungsgemäßen Normalbetrieb gehört, dass die Sicherheitseinrichtungen (bspw. die Notkühleinrichtungen) während des Normalbetriebs verfügbar sind (auch wenn diese hier nicht benötigt werden), so ist es Bestandteil des Normalbetriebs, dass auch andere Maßnahmen bzw. Einrichtungen gegen Störfälle realisiert und damit verfügbar sind. Nach den gültigen Bedingungen des sicheren Betriebs (Sicherheitsspezifikation) kann eine Anlage nur mit verfügbaren Sicherheitssystemen betrieben werden.	
1135	Übergeordnet	<p>Kommentar: Übergeordnete Anforderungen sollten vor die Darstellung der sicherheitsebenenbezogenen Anforderungen gezogen werden.</p>	NEIN	Siehe Antworten auf die Kommentare Nr. 1130.	
1300	Übergeordnet	<p>Kommentar: Die Gliederung ist unübersichtlich. Die Gliederung des Modultextes nach Sicherheitsebenen erschwert die Lesbarkeit und führt zu zahlreichen Wiederholungen im Regelungstext, wobei nicht an allen Stellen klar ist, inwiefern Dinge die z. B. für Sicherheitsebene 1 genannt sind, auch für die folgenden Sicherheitsebenen weiter gelten. Durch den gewählten Aufbau bleibt die Verbindung der aufgeführten Anforderung zu der Einhaltung der Schutzziele unklar.</p>	Teilweise	<p>Die Gliederung nach Sicherheitsebenen ist auch eingeführt worden, um die Anforderungen übersichtlich zu strukturieren. Im Folgenden sind einige Textänderungen vorgeschlagen, um Wiederholungen zu vermeiden. Sofern Anforderungen, die auf der Sicherheitsebene 1 formuliert sind, nicht explizit auf anderen Sicherheitsebenen in Bezug genommen werden, gelten diese dort nicht. Hinsichtlich dieser Vorgehensweise sehen wir keinen Änderungsbedarf. Inwiefern durch „den gewählten Aufbau die Verbindung der aufgeführten Anforderung zu der Einhaltung der Schutzziele unklar bleibt“ ist nicht nachvollziehbar. Es wäre u. E. nicht Ziel führend jede Anforderung im Regelwerk in direktem Bezug zu einem Schutzziel zu setzen.</p>	
1132 1655 h	Übergeordnet	<p>Kommentar: Durch die Aufspaltung in nukleare, thermohydraulische und mechanische Auslegung sowie Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen ergibt sich besonders bei Modul 2 ein verwirrender Wiederholungseffekt, der dann verstärkt durch Formulierungsvarianten zu Interpretationsproblemen führt.</p>	Teilweise	Die Aufteilung der Anforderungen in nukleare, thermohydraulische und mechanische Auslegung (sowie die Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen betreffend) ist sowohl in der Praxis üblich als auch so im Regelwerk	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		So ist bei den Anforderungen mal von Nachweiszielen <u>und</u> Nachweiskriterien, mal nur von Nachweiszielen und mal nur von Nachweiskriterien die Rede.		bereits verankert (siehe bspw. die KTA 3101 Serie). Sofern aus unserer Sicht Wiederholungen entbehrlich sind, sind diese entfallen. Verbleibende Wiederholungen in den verschiedenen Auslegungsbereichen sind erforderlich und damit sachgerecht. Die Bezugnahme auf die Nachweisziele und Nachweiskriterien ist mit den folgenden Änderungsvorschlägen, soweit sinnvoll, vereinheitlicht worden.	
1133	Übergeordnet	Kommentar: Durch die Unterscheidung von nuklearer, thermohydraulischer und mechanischer Auslegung sowie Regelungs-, Begrenzungs-, und Abschalteinrichtungen kommt es zu einem unnötigen Wiederholungseffekt, der die Interpretation und Überprüfbarkeit der Anforderungen erschwert. Es wird empfohlen, Anforderungen, die auf mehreren Sicherheitsebenen gelten (Beispiel: 3.1(1) und 3.1(2)), nicht zu wiederholen, sondern einmalig mit übergreifender Bedeutung darzustellen. Dieser Effekt wird durch den Umstand verstärkt, dass bei den Anforderungen teils von Nachweiszielen und Nachweiskriterien, teils nur von Nachweiszielen oder nur von Nachweiskriterien die Rede ist.	Teilweise	Siehe Antworten auf die Kommentare Nr. 1130, 1300, 1132.	
382	Übergeordnet	Kommentar: Durch die Aufspaltung in nukleare, thermohydraulische und mechanische Auslegung sowie Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen ergibt sich im Folgenden ein ziemlicher Dopplungseffekt, der dann auch durch Formulierungsvarianten zu Interpretationsproblemen führt.	NEIN	Siehe Antworten auf die Kommentare Nr. 1132.	
1134 1655 i	Übergeordnet	Kommentar: Selektive und tendenziöse Bezugnahme auf existierendes nationales und internationales Regelwerk, z.B. IAEA NS-R-1 6.16. Eine tendenziöse Bezugnahme auf gültiges nationales und internationales Regelwerk sowie auf Empfehlungen der IAEA schadet dem Anliegen der Regelwerkserneuerung. Beispiele betreffen die Anwendung von Ausfallpostulaten in Kombination mit dem Einzelfehlerkonzept. Das Team sollte die Revision B bezüglich der Umsetzung nationalen und internationalen Regelwerks nochmals kritisch bewerten.	NEIN	Kein Änderungsbedarf an Modul 2.	
1136	Übergeordnet	Kommentar: Die Anforderungen werden auf den verschiedenen Sicherheitsebenen durch Ausfallpostulate und/oder Einzelfehlerannahmen zur Spezifikation der Randbedingungen bei der Nachweisführung ergänzt, ohne klar festzustellen ob die jeweilige Ausfallannahme als Postulat oder Ausprägung des Einzelfehlers zu verstehen ist. Dies sollte im Sinne der obigen Diskussion zum „stuck rod“ überarbeitet werden. Dabei wäre es hilfreich, wenn alle wesentlichen Regeln zur Anwendung von Ausfallpostulaten und Einzelfehlerannahmen - anders als bisher - an einer Stelle des Regelwerks zusammengefasst würden.	JA	Siehe Textänderungsvorschläge an den entsprechenden Passagen zum „stuck rod“. Weitergehende Änderungen in Modul 2 ergeben sich daraus u. E. nicht.	
1655 d	Übergeordnet	Kommentar: Die Themenkomplexe „Redundanz“, „Entmaschung“, „Einzelfehlerkonzept“ werden an unterschiedlichen Stellen im Regelwerk und zum Teil inkonsistent abgehandelt, obwohl es sich hier um sehr grundlegende Ansätze zur Gewährleistung der Sicherheit handelt.	NEIN	In Modul 2 sind diejenigen diesbezüglichen Anforderungen bzw. deren Umsetzung platziert, die im Hinblick auf die Kernaussage zu stellen sind.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1137	Übergeordnet	Kommentar: Der Modul 2 ist dahingehend zu überprüfen, ob die aus den Anforderungen resultierenden Nachweisverfahren tatsächlich Stand der Technik sind und ob die Anforderungen ausreichend klar definiert sind.	NEIN	Kein Änderungsbedarf.	
1302	Übergeordnet	Kommentar: Formulierungen sind unklar, interpretationsbedürftig und geben zu Missverständnissen Anlass. Einige Begriffe werden nicht einheitlich verwendet.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1653 a	Übergeordnet	Kommentar: Als anlagentechnischer Maßstab von W&T wird eine in allen Einzelpunkten der neuesten Technologie entsprechende, in Realität aber nicht existente Idealanlage gesetzt.	NEIN	Die Aufgabenstellung der Modultexte ist es den aktuellen Stand an Anforderungen im Hinblick auf den Regelungsgegenstand, wie er sich aus dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik ableiten lässt, darzustellen.	
1653 b	Übergeordnet	Kommentar: Die genannten Punkte werden im Zusammenhang mit dem Indikativstil, der keine Abstufungen in der Verbindlichkeit zulässt, zu Problemen bei der Anwendung des Regelwerks durch die Gutachter führen, weil damit in vielen Fällen offen sein wird, wie Abweichungen zwischen den Forderungen des Regelwerks und dem Ist-Zustand der Anlage zu bewerten sind. Im Regelwerk wird nicht zwischen Genehmigung und Aufsicht differenziert, wie dies angesichts der Tatsache sinnvoll wäre, dass alle Anlagen in Deutschland auf der Grundlage einer gültigen Genehmigung betrieben werden.	NEIN	Siehe vorausgehende Zeile.	
1653 c	Übergeordnet	Kommentar: Es werden Nachweise mit z. T. bisher nicht eingesetzten, sehr aufwändigen Methoden verlangt, von denen einige noch Gegenstand der Forschung sind.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1653 d	Übergeordnet	Kommentar: Das Regelwerk differenziert nicht klar genug zwischen erforderlicher Schadensvorsorge und Risikominderung, wie dies für laufende Anlagen besonders wichtig ist.	NEIN	Die Aufgabenstellung der Modultexte ist es den aktuellen Stand an Anforderungen im Hinblick auf den Regelungsgegenstand, wie er sich aus dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik ableiten lässt, darzustellen.	
1653 e	Übergeordnet	Kommentar: Ein ausgewogenes Sicherheitskonzept sollte auf einem probabilistischen Ansatz aufbauen. Das gilt für die Zuordnung von Ereignissen zu den Sicherheitsebenen und für die Anforderungen zur Beherrschung der Ereignisse.	NEIN	Ohne eine Konkretisierung dieses Kommentars im Hinblick auf die Regelungsinhalte von Modul 2 ist eine Ziel führende Bearbeitung nicht möglich.	
1653 f	Übergeordnet	Kommentar: Insgesamt wird der PSA im internationalen Vergleich weiterhin nur eine untergeordnete und einseitige Rolle zugewiesen (nur zulässig für Schwachstellensuche, aber nicht zur Begründung der Zulässigkeit eines Abweichens von deterministischen Kriterien).	NEIN	Betrifft nicht Modul 2.	
381	2	Modultext: Die Anforderungen gelten für die Auslegung und den Betrieb der folgenden Bauteile von Reaktorkernen in Kernkraftwerken: - Brennstäbe, - Brennelemente, - Einrichtungen zur Überwachung, Regelung, Begrenzung und Abschaltung. Auslegung und Betrieb der sonstigen Kernbauteile sind derart gestaltet, dass die Einhaltung der im Folgenden dargestellten Anforderungen nicht beeinträchtigt wird.	NEIN	Dieser Kommentar bezieht sich wohl auf den 2. Absatz. Diese Anforderung ist in der Tat sehr übergeordnet (jedoch u. E. nicht schwer zu interpretieren). Die Konkretisierung dieser Anforderung in Modul 2 wäre u. E. jedoch nicht Ziel führend, da hierbei Detailgegebenheiten zu beachten sind, die über das in Modul 2 zu regelnde hinausgehen.	Die Anforderungen gelten für die Auslegung und den Betrieb der folgenden Bauteile von Reaktorkernen in Kernkraftwerken: - Brennstäbe, - Brennelemente, - Einrichtungen zur Überwachung, Regelung, Begrenzung und Abschaltung. Auslegung und Betrieb der sonstigen Kernbauteile sind derart gestaltet, dass die Einhaltung

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>Hinweise Eine Zusammenstellung der bei der Kernausslegung zu berücksichtigenden Ereignisse auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a sowie der jeweilig einzuhaltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien ist in „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“ (Modul 3) enthalten.</p> <p>Anforderungen bezüglich der Handhabung und Lagerung von Kernbauteilen, einschließlich des Brennelementwechsels, sind in „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderung an die Handhabung und Lagerung der Brennelemente“ (Modul 11) zusammengestellt.</p> <p>Kommentar: Diese Anforderung ist in der Form extrem abstrakt und schwer zu interpretieren.</p>			<p>der im Folgenden dargestellten Anforderungen nicht beeinträchtigt wird.</p> <p>Hinweise Die im Zuge der Kernausslegung einzuhaltenden Nachweisziele und Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 1 sind in den folgenden Abschnitten aufgeführt.</p> <p>Eine Zusammenstellung der bei der Kernausslegung zu berücksichtigenden Ereignisse auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a sowie der dabei jeweilig einzuhaltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien ist in „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“ (Modul 3) enthalten.</p> <p>Anforderungen bezüglich der Handhabung und Lagerung von Kernbauteilen, einschließlich des Brennelementwechsels, sind in „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderung an die Handhabung und Lagerung der Brennelemente“ (Modul 11) zusammengestellt.</p>
1060	2	<p>Kommentar: Der 2. Absatz sollte konsistenterweise (wie bei anderen Modulen) als Hinweis formuliert werden.</p>	JA	Anpassung an das in anderen Modulen übliche Vorgehen.	
1138	3.1 (1)	<p>Modultext: Bei der nuklearen Kernausslegung sind alle Parameter berücksichtigt, die die Reaktivität bzw. Leistung des Kerns oder die lokale Leistungsdichte beeinflussen, soweit dies zur Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien erforderlich ist. Die Abhängigkeiten dieser Parameter vom Zyklusverlauf sowie die Bandbreiten der im bestimmungsgemäßen Betrieb möglichen Änderungen und Schwankungen in den Betriebsparametern sind berücksichtigt.</p> <p>Kommentar: Steht jetzt unter SE1, ist aber von übergeordneter Bedeutung, gilt also für alle SEs und muss deshalb vorgezogen werden</p>	JA	<p>Eine Gliederungselement „Sicherheitsebenenübergreifende Anforderungen“ wird an dieser Stelle nicht für Ziel führend gehalten. So wie es zu einem ordnungsgemäßen Normalbetrieb gehört, dass die Sicherheitseinrichtungen (bspw. die Notkühleinrichtungen) während des Normalbetriebs verfügbar sind (auch wenn diese hier nicht benötigt werden), so ist es Bestandteil des Normalbetriebs, dass bei der nuklearen Auslegung die entsprechenden Maßnahmen bzw. Einrichtungen auch gegen Störfälle realisiert und damit verfügbar sind.</p> <p>Die Leistungsdichte ist als lokale Größe definiert. Präzisierung.</p>	<p>Bei der nuklearen Kernausslegung sind alle Parameter berücksichtigt, die die Reaktivität bzw. Leistung des Kerns oder die lokale Leistungsdichte beeinflussen, soweit dies zur Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien auf den einzelnen Sicherheitsebenen erforderlich ist. Die Abhängigkeiten dieser Parameter vom Zyklusverlauf sowie die Bandbreiten der im bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen möglichen Änderungen und Schwankungen in den Betriebsparametern sind berücksichtigt.</p>
383	3.1 (1)	<p>Kommentar: Problematisch: Nachweisziele und Nachweiskriterien Sind hier Nachweiskriterien für die Sicherheitsebene 1 oder für alle Sicherheitsebenen gemeint?</p>	JA	Siehe Textvorschlag oben.	
1061	3.1 (2)	<p>Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt, dass auf Grund inhärenter reaktorphysikalischer Rückkopplungseigenschaften im Normalbetrieb und bei den auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a betrachteten Ereignissen a) schnelle Reaktivitätsanstiege so weit abgefangen werden, dass im Zu-</p>	JA	Sprachliche Verbesserung.	Der Reaktorkern ist so ausgelegt, dass auf Grund inhärenter reaktorphysikalischer Rückkopplungseigenschaften im Normalbetrieb und bei den auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a betrachteten Ereignissen

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>sammenwirken mit den übrigen inhärenten Eigenschaften der Anlage und den Abschalteneinrichtungen die auf den Sicherheitsebenen jeweils geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden;</p> <p>b) eine Erhöhung der Brennstofftemperatur im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;</p> <p>c) eine Zunahme des Dampfblasengehalts im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;</p> <p>d) eine Erhöhung der Kühlmitteltemperatur und /oder eine Abnahme der Kühlmitteldichte im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung haben,</p> <ul style="list-style-type: none"> - beim DWR spätestens bei Erreichen der Nennleistung mit Xenon-Gleichgewicht und - beim SWR spätestens bei Erreichen der Betriebstemperatur. <p>Kommentar: "sonstig " ist hier eine bessere Formulierung als „übrig“</p>			<p>a) schnelle Reaktivitätsanstiege so weit abgefangen werden, dass im Zusammenwirken mit den sonstigen übrigen inhärenten Eigenschaften der Anlage und den Abschalteneinrichtungen die auf den Sicherheitsebenen jeweils geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden;</p> <p>b) eine Erhöhung der Brennstofftemperatur im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;</p> <p>c) eine Zunahme des Dampfblasengehalts im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;</p> <p>.....</p> <p>Hinweis: Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 4-(3) <u>3.2 (3)</u>.</p>
1139	3.1 (2)	<p>Kommentar: Steht jetzt unter SE1, ist aber von übergeordneter Bedeutung , gilt also für alle SEs und muss deshalb vorgezogen werden Der Grundsatz muss doch sein, dass die <u>Nachweisziele</u> eingehalten werden, die Kriterien sind dazu doch nur ein (anpassbares) Mittel</p>	NEIN	<p>Eine Gliederungselement „Sicherheitsebenenübergreifende Anforderungen“ wird an dieser Stelle nicht für Ziel führend gehalten. So wie es zu einem ordnungsgemäßen Normalbetrieb gehört, dass die Sicherheitseinrichtungen (bspw. die Notkühleinrichtungen) während des Normalbetriebs verfügbar sind (auch wenn diese hier nicht benötigt werden), so ist es Bestandteil des Normalbetriebs, dass bei der nuklearen Auslegung die entsprechenden Maßnahmen bzw. Einrichtungen auch gegen Störfälle realisiert und damit verfügbar sind. Sofern Nachweiskriterien genannt sind, dienen diese zur Sicherstellung des Erreichens der Nachweisziele (in der Regel durch vorgelagerte Kriterien, somit in Verbindung mit vorgesehenen Sicherheitsabständen).</p>	
384	3.1 (2) a)	<p>Kommentar: Das geht über Sicherheitsebene 1 hinaus. Dopplung zu 3.2, 3.3, 3.4 Der Grundsatz muss doch sein, dass die Nachweisziele eingehalten werden, die Kriterien sind dazu doch nur ein (anpassbares) Mittel.</p>	NEIN	<p>Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 1139.</p>	
553	3.1 (2) c) und d)	<p>Kommentar: Die Unterscheidung zwischen c) und d) ist physikalisch nicht gerechtfertigt; in jedem Falle ist die Abnahme der Kühlmitteldichte gemeint; mit oder ohne Phasenübergang spielt dabei keine Rolle. Im Übrigen tritt c) mit Sicherheit ein, wenn d) erfüllt wird. Zu detailliert für Ebene 2 des Regelwerks</p> <p>Änderungsvorschlag: c) streichen, zumal 3.1(3a) dies weiter spezifiziert:c) eine Zunahme des Dampfblasengehalts im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat;c) eine Erhöhung der Kühlmitteltemperatur und /oder eine Abnahme der</p>	NEIN	<p>Die Unterscheidung ist sicherheitstechnisch begründet: beim Phasenübergang soll die Rückkopplung negativ werden. c) gilt ohne Einschränkung, d. h. auch dann, wenn die in d) genannten Ausnahmebedingungen (DWR: Xe-GG bei Nennleistung, SWR: Betriebstemperatur) gegeben sind. Somit fordert Modul 2: Void- Rückwirkungen müssen immer negativ sein, auch wenn der</p>	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Kühlmitteldichte im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung haben;....		<p>Reaktor noch nicht im Xe-GG (DWR) ist bzw. Betriebstemperatur (SWR) erreicht hat. Dies betrifft bspw. den KMV, ATWS vor Erreichen dieser Bedingungen und (beim SWR) den Anfahrstörfall aus Nulllast kalt sowie Transienten mit Druckentlastung (z.B. durch Fehlüffnen von Ventilen).</p> <p>Wenn c) gestrichen würde, wären Kerne mit positiven Void- Rückwirkungen (beim DWR bis vor Erreichen des Xe-GG und beim SWR unterhalb der Betriebstemperatur) zulässig, beides charakterisiert Betriebsphasen / Betriebszustände mit nicht unerheblicher Zeitdauer (keine kurzzeitig transienten Bedingungen) bzw. Betriebsphasen /-zustände, für die Auslegungsstörfälle zu betrachten sind (RIA SWR). Somit wäre die Inhärenz ausschließlich auf die Doppler-Rückwirkungen gelegt.</p> <p>Die Inhärenzanforderungen gehen weiter (vorgelegt bzw. übergreifender) als die Anforderung „Einhaltung der NK bei definierten Ereignissen“, da sie ereignisunabhängig sind. Bei einer Formulierung, die ausschließlich auf eine Ereignisbeherrschung auch bei positiven Void- Rückwirkungen zielt, müsste die Vollständigkeit der spezifizierten Ereignisse stets gesichert sein. Da dem nicht so ist sollen unabhängig davon die Inhärenzanforderungen gelten. Ansonsten könnte man auch auf die Forderung an die Doppler-Rückwirkungen verzichten. D.h., die Ausdehnung der Einschränkungen der hinsichtlich KMT+D geltenden Rückwirkungen auf die Void-Rückwirkungen (wie durch den Änderungsvorschlag bewirkt würde) bedeutet, dass für den Fall eines nicht bedachten Ereignisablaufs möglicherweise die Ereignisbeherrschung nicht gegeben wäre, wohingegen bei negativen Void-Rückwirkungen diese Gefahr geringer wäre. Die Konkretisierung der Anforderungen an die Inhärenz hinsichtlich der physikalischen Rückwirkungen im Einzelnen war bisher Gegenstand der RSK LL und gehört u. E. nicht in die Detaillierungsebene der KTA Regeln.</p>	
1140 1621	3.1 (2) c) und d)	<p>Kommentar:</p> <p>1. Zu detailliert für diese Ebene des Regelwerks, mindestens Zusammenfassung von c) und d) (Die Differenzierung zwischen Kühlmitteldichte und Dampfblasengehalt ist in einem übergeordneten Regelwerk nicht angemessen.)</p> <p>2. Erweiterung in d) auf Teillastzustände mit Xe-Gleichgewicht nötig</p>	Teilweise	Siehe Antworten auf Kommentare Nr. 553 sowie 155.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1127 b	3.1 (2) a –d)	Kommentar: Der Grad der Detaillierung im Modul 2 sollte wo immer möglich zu Gunsten der darunter liegenden Ebenen des Regelwerks zurückgenommen werden. Beispielhaft seien die Anforderungen an die Leistungsrückkopplung über Brennstofftemperatur, Moderatordichte und Moderatortemperatur genannt (M2/3.1(2a-2d). Eine Unterscheidung der Dichteabnahme als Folge der Temperaturerhöhung oder als Folge eines Phasenüberganges ist auf der Ebene des Moduls 2 entbehrlich. Hier ist die Forderung nach negativer Leistungsrückkopplung und nach Erfüllung der diesbezüglichen Nachweisziele auf den SE 2-4a vollständig ausreichend.	NEIN	Siehe Antworten auf Kommentare Nr. 553 sowie 155.	
1141	3.1 (2) d)	Kommentar: Die in 3.1(2d) formulierte Anforderung, dass eine Erhöhung der Kühlmitteltemperatur und / oder eine Abnahme der Kühlmitteldichte im Reaktorkern spätestens bei Erreichen der Nennleistung mit Xenongleichgewicht eine negative Reaktivitätsrückwirkung haben müssen, sollte auf den Fall stationären Teillastbetriebs mit Xenongleichgewicht ausgedehnt werden.	JA	Siehe Antworten auf Kommentar Nr. 155.	
155	3.1 (2) d)	Kommentar: Die Formulierungen zur inhärenten Sicherheit sind zu präzise und speziell auf das beim DWR akzeptierte sog. „Dynamische Operationskriterium“ zugeschnitten. Damit wird dieses beinahe zum Ziel der Kernausslegung erhoben. So weit sollte man nicht gehen. Die alte Formulierung zur inhärenten Sicherheit (Sicherheitskriterium 3.2) trifft den Sachverhalt besser.	NEIN	Wir verstehen den Kommentar ausschließlich auf die in Bezug genommene Ziffer 3.1 (2)d) von Modul 2 (somit auf die reaktorphysikalische Rückkopplungseigenschaft einer Erhöhung der Kühlmitteltemperatur (KMT) bzw. Abnahmen der Kühlmitteldichte (KMD)) bezogen, obgleich im Wortlaut des Kommentars die „inhärente Sicherheit“ in Gänze angesprochen ist. Die im derzeitigen Regelwerk zu findenden Formulierungen zur KMT bzw. KMD Rückwirkung (siehe RSK LL DWR Ziffern 3.2 (1) – (3)) fordern, dass der KMT Reaktivitätskoeffizient bei Nennbetriebszustand negativ sein soll, mit den Ausnahmen „vorübergehend während der Inbetriebsetzungsphase“ sowie „vorübergehend für Zustände unterhalb der Nenntemperatur“. In beiden Ausnahmefällen ist nachzuweisen, „dass der zusätzliche Leistungsbeitrag unbedenklich ist“. Diese Anforderungen aus der RSK LL sind in Modul 2 inhaltlich unverändert umgesetzt worden (auch für den SWR), wobei in Ergänzung zur RSK LL - die logische Kopplung der KMT mit der KMD vorgenommen, - der Nennbetriebszustand konkretisiert (Nennleistung mit Xenon-Gleichgewicht), - der SWR (in Anlehnung an die RSK LL SWR (Entwurf)) ergänzt wurde. Insofern sind die Formulierungen in Modul 2 nicht präziser (bis auf die Konkretisierung hin-	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				sichtlich des Xenon-Gleichgewichts) als die bestehenden Regelungen und u. E. keineswegs „zu präzise“. Die im Kommentar angesprochene Formulierung zur inhärenten Sicherheit (Sicherheitskriterium 3.2) „Der Reaktorkern muß so ausgelegt sein, daß auf Grund prompter Rückkopplungseigenschaften die in Betracht zu ziehenden schnellen Reaktivitätsanstiege so weit abgefangen werden, daß im Zusammenwirken mit den übrigen inhärenten Eigenschaften der Anlage und den Abschalteneinrichtungen sicherheitstechnisch bedeutsame Schäden im Reaktorkern und Kühlmittelkreislauf nicht eintreten.“ ist in Modul 1 Ziffer 4 (3) zu finden. Die Anforderung des Kriteriums 3.2 nimmt in Betracht zu ziehende Ereignisse in Bezug. Demgegenüber konkretisiert Modul 2 die Anforderungen an die verschiedenen inhärenten Rückkopplungseigenschaften ereignisunabhängig. Ein Verzicht auf diesen Konkretisierungsgrad vorzunehmen, wie im Kommentar angedeutet, wäre u. E. nicht sachgerecht.	
		Zeitpunkt „spätestens bei Erreichen der Nennleistung“ sollte im Hinblick auf Teillastzustände geprüft werden.	JA	Die Festlegung des Bezugspunktes für das Erreichen negativer Rückkopplungen entstammt den Anforderungen der RSK LL Ziffern 3.2 (1) – (3). Zum Zeitpunkt der Erstellung der RSK LL war für DWR Anlagen der Nennbetriebszustand (d.h. der Leistungsbetrieb bei 100 % Leistung) der Regelfall. Da nunmehr jedoch auch für DWR Anlagen häufiger und auch länger anhaltende Teillastzustände gefahren werden, sollte in der Tat, wie auch beim SWR, eine dementsprechende Formulierung gewählt werden.	d) eine Erhöhung der Kühlmitteltemperatur und /oder eine Abnahme der Kühlmitteldichte im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung haben, - beim DWR spätestens bei Erreichen der Nenn- bzw. Teillastbetriebsleistung mit Xenon-Gleichgewicht zu Zyklusbeginn und - beim SWR spätestens bei Erreichen der Betriebstemperatur.
56	3.1 (2) d)	Kommentar: Prüfen, inwieweit die Einschränkung auf den Zeitpunkt "spätestens bei Erreichen der Nennleistung" im Hinblick auf Teillastzustände nach wie vor gerechtfertigt ist.	JA		
57 156	3.1 (3a)	Modultext: Eine vorübergehende positive Reaktivitätsrückwirkung bei Erhöhung der Kühlmitteltemperatur bzw. Abnahme der Kühlmitteldichte (ohne bzw. mit nur geringfügiger Zunahme des Dampfblasengehalts) vor Erreichen der in Ziffer 3.1 (2d) genannten Zustände ist zulässig, wenn nachgewiesen ist, dass im Normalbetrieb dabei eine stabile Regelung der Reaktorleistung möglich ist und bei Berücksichtigung der daraus resultierenden positiven Reaktivitätsrückwirkungen bei den auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a zu betrachtenden Ereignissen die jeweiligen Nachweiskriterien eingehalten werden. Kommentar: Prüfen, ob "vorübergehend" entfallen kann.	JA	Die Wortwahl „vorübergehend“ entstammt der RSK LL DWR Ziffern 3.2 (1) + (3), wobei die dort vorgenommene Präzisierung „während der Inbetriebsetzungsphase“ bzw. „Zyklusbeginn“ in Modul 2 nicht mit übernommen wurde. Die zeitliche Konkretisierung sollte jedoch beibehalten werden, wobei allerdings „während der Inbetriebsetzungsphase“ durch „zu Zyklusbeginn“ abgedeckt wird. Die Einschränkung auf den Zyklusbeginn aus den RSK LL betrifft den DWR. Daher ist diese Einschränkung in Ziffer 3.1 (2d)	Eine vorübergehende positive Reaktivitätsrückwirkung bei Erhöhung der Kühlmitteltemperatur bzw. Abnahme der Kühlmitteldichte (ohne bzw. mit vernachlässigbarer nur geringfügiger Zunahme des Dampfblasenbildungsgehalts) vor Erreichen der in Ziffer 3.1 (2d) genannten Zustände ist zulässig, wenn nachgewiesen ist, dass - im Normalbetrieb dabei eine stabile Regelung der Reaktorleistung möglich ist und - bei Berücksichtigung der daraus resultierenden positiven Reaktivitätsrückwirkungen bei

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				zu platzieren, so dass hier keine weitere Angabe mehr nötig ist.	den auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a zu betrachtenden Ereignissen die jeweiligen <u>sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien</u> eingehalten werden. <u>Bei der Analyse von Transienten mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a)</u> ist Ziffer 3.2.5 (2) der <u>„Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Nachweisführungen und Dokumentation“ (Modul 6)</u> beachtet.
1142	3.1 (3a)	Kommentar: - Es muss klargestellt werden, ob für ATWS eine Analyse vor Erreichen des Xenon-Gleichgewichts gefordert wird - Dies ist international nicht üblich und macht unter probabilistischen Aspekten keinen Sinn. Zudem ist die Frage der zulässigen „unfavourable exposure times“ nicht geklärt. - in gewisser Weise auch Widerspruch zu 3.1 (2) d)	NEIN	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 1143.	
			NEIN	Der Klammereinschub in Ziffer 3.1 (3a) stellt keinen Widerspruch zu 3.1 (2c) dar. Vielmehr entstünde ohne diesen Einschub eine Unklarheit, da gemäß 3.1 (2c) Dampfblasenrückwirkungen negativ sein müssen, positive Kühlmitteldichteerückwirkungen aber gemäß 3.1 (3a) (unter gewissen Randbedingungen) zulässig sind. Der Einschub stellt hierzu klar, dass positive Kühlmitteldichteerückwirkungen erlaubt sind, solange das Kühlmittel einphasig bleibt bzw. nahezu keine Dampfblasen erzeugt werden. Ein Änderungsbedarf wird hier nicht gesehen, außer einer sprachlichen Präzisierung.	
1405	3.1 (3a)	Kommentar: Im Widerspruch zu 3.1 (2c).	JA	Ziffer 3.1 (2c) fordert, dass „eine Zunahme des Dampfblasengehalts im Reaktorkern eine negative Reaktivitätsrückwirkung hat“. Diese Anforderung zielt speziell auf die „Void“- Rückkopplung (Sieden des Kühlmittels) und leitet sich aus den RSK LL 3.2 (2) ab. Ziffer 3.1 (3a) regelt hingegen die Kühlmitteltemperatur-Rückwirkung, bei der auch die temperaturabhängige Änderung der Kühlmitteldichte im einphasigen Zustand zu berücksichtigen ist.	
1143	3.1 (3a)	Kommentar: 3.1(3a) lässt eine vorübergehende positive Reaktivitätsrückkopplung der Moderatortemperatur und –dichte zu, sofern bei den auf den SE 2 bis 4a zu betrachtenden Ereignissen die Nachweisziele eingehalten werden. Diese Forderung schließt den ATWS ein, was bei probabilistischer Betrachtung nicht gerechtfertigt erscheint. International wird üblicherweise der Nachweis der ATWS-Beherrschung erst nach 6 Volllasttagen gefordert. In den USA sind für einige Anlagen sogar wesentlich längere „unfavourable exposure periods“ zulässig. Da ähnliche Fragestellungen beispielsweise auch im Zusammenhang mit der Standfestigkeit von Behältern bei der Beladung mit abgebrann-	NEIN	Der im Regelwerk als erforderlich angesehene Betrachtungszeitraum im Hinblick auf den ATWS ist derzeit durch die diesbezügliche RSK Stellungnahme qualitativ mit „quasi stationärer Leistungsbetrieb“ beschrieben. Dieser Ansatz ist in Modul 6 Ziffer 3.2.5 (2) umgesetzt. In Modul 2 ist es u. E. nicht erforderlich dies zu wiederholen. Es wird allerdings vorgeschlagen hier einen Verweis auf Modul 6 zu ergänzen. Sofern diesbezüglich konkretisierende Entscheidungen in	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		ten Brennelementen auftreten, empfiehlt es sich mit dem Thema der vom Nachweis ausgeschlossenen Zeiten grundsätzlich zu befassen und erst dann konkrete Festlegungen im Regelwerk zu treffen.		der RSK getroffen werden wären entsprechende Anpassungen (in Modul 6 oder auch an anderen Stellen) vorzunehmen.	
1424	3.1 (3a)	Kommentar: Für ATWS wird weiterhin eine Analyse im Bereich vor Erreichen Xenon-Gleichgewicht gefordert: Gegensatz zur bisherigen Genehmigungspraxis.	NEIN	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 1143.	
385	3.1 (3a)	Kommentar: Fordert im Gegensatz zur bisherigen Genehmigungspraxis ATWS- Untersuchungen für Xe-freien Zustand.	NEIN	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 1143.	
148	3.1 (3b)	Modultext: Kernbereiche, in denen analytisch ermittelte lokale Dampfblasenzunahmen, lokale Kühlmitteltemperaturerhöhungen oder lokale Kühlmitteldichteabnahmen zu positiven Rückwirkungen führen, sind ausgewiesen. Die sicherheitstechnische Bedeutung derartiger Rückwirkungen ist bewertet. Kommentar: Nicht verständlich ist aus unserer Sicht, dass die Forderung bestehen bleibt, dass Kernbereiche, in denen analytisch ermittelte lokale Dampfblasenzunahmen, lokale Kühlmitteltemperaturerhöhungen oder Kühlmitteldichteabnahmen zu positiven Rückwirkungen führen, auszuweisen sind. Wir verweisen auf die jeweilige Definition der Begriffe Reaktivität und lokale Reaktivität für einen Kern bzw. seiner Teilbereiche und damit auf den Einfluss der "Reaktoreinflussfunktion und des Neutronenflusses" auf die Beträge derselben. Weitere Unklarheiten haben wir mit den Begriffen "analytisch ermittelt" und "positive Rückwirkungen". Die Unschärfe an diesen Stellen erscheint uns nicht akzeptabel. Der Begriff „Reaktivität“ ist im deutschen Regelwerk nur für den ganzen Reaktorkern (bzw. eine Brennstoffanordnung) definiert. „Lokale Reaktivität“ gibt es hier nicht (siehe Formulierung der RSK-Leitlinien zur Bewertung lokaler Effekte). Allenfalls Beiträge lokaler Kern/BE-Eigenschaften zur Gesamtreaktivität. Die Möglichkeit von lokal Rückkopplungen, die zu lokal erhöhten Leistungsdichten führen ist im Rahmen der BE-Auslegung zu ermitteln (was ohne Einschränkung möglich ist) und muss ggfs. auch sicherheitstechnisch bewertet werden. Insofern sollte der bisherige VdTÜV-Vorschlag oder auch der hier vorliegende TÜV Nord-Vorschlag übernommen werden: „Die sicherheitstechnische Bedeutung lokaler Reaktivitätseffekte infolge lokaler Dampfblasenzunahme oder lokaler Temperaturerhöhung bzw. Dichteabnahme ist zu bewerten.“ Die aktuell vorgesehene Formulierung „analytisch ermittelte lokale Dampfblasenzunahme, ...“ geht weit über das diskutierte Problem hinaus. Um eine lokale Dampfblasenzunahme etc. analytisch zu ermitteln müsste man generell 3d-Transientenanalysen durchführen. Dies kann an dieser Stelle nicht gefordert werden.	JA	Präzisierung, wobei jedoch die Formulierung „lokaler Reaktivitätseffekt“ vermieden werden sollte, da die Reaktivität eine integrale (kernweite) Größe ist.	<u>Die sicherheitstechnische Bedeutung lokaler Dampfblasenzunahmen oder lokaler Kühlmitteltemperaturerhöhungen bzw. -dichteabnahmen mit positiven Rückwirkungen auf die Reaktivität ist bewertet.</u> Kernbereiche, in denen analytisch ermittelte lokale Dampfblasenzunahmen, lokale Kühlmitteltemperaturerhöhungen oder lokale Kühlmitteldichteabnahmen zu positiven Rückwirkungen führen, sind ausgewiesen. Die sicherheitstechnische Bedeutung derartiger Rückwirkungen ist bewertet.
58	3.1 (3b)	Redaktioneller Änderungsvorschlag: "Kernbereiche, in denen unterstellte lokale Dampfblasenzunahmen, lokale Kühlmitteltemperaturerhöhungen oder lokale Kühlmitteldichteabnahmen rechnerisch zu positiven Rückwirkungen führen, sind ausgewiesen. Die Sicherheitstechnische Bedeutung derartiger Rückwirkungen ist bewertet."	JA	Siehe vorhergehende Zeile	
554	3.1 (3b)	Kommentar: 1. Anerkannter Stand der Technik ist, dass Transientenanalysen z. T. noch mit punktkinetischen Methoden durchgeführt werden (siehe AST-Sitzung Nov.	NEIN	Diese Konsequenzen ergeben sich nicht bzw. sind so nicht beabsichtigt. Zum sicherheitstechnischen Hintergrund der	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>2006). Selbst wenn man 3D-Analysen forderte, zöge diese Forderung einen nicht zu beherrschenden Aufwand nach sich, weil sie bedeutet, dass man sukzessiv in jedem Node künstlich eine Kühlmitteldichteabnahme zu unterstellen und davon ausgehend eine 3D Analyse durchzuführen hätte.</p> <p>2. Ist nicht klar, was der Begriff „analytisch“ in diesem Zusammenhang bedeutet und was unter „lokal“ zu verstehen ist. Wenn „lokal“ eine Auflösung unterhalb eines Nodes (Höhenabschnitt eines Brennelementes) bedeutet, dann müssten hochauflösende Diffusions- oder sogar Transportmethoden eingesetzt werden. Dynamische 3D Transportrechnungen für den gesamten Kern sind heute nicht möglich. Zellrechnungen reichen nicht aus, weil die Zelle sich in der Reaktor Umgebung anders verhalten wird als in unendlich periodischer Umgebung.</p> <p>3. Was heißt „positive Rückwirkung“? Reaktivität kann nicht gemeint sein, da diese nur für den ganzen Kern, bzw. als kinf in der Zellrechnung definiert ist. Beides hilft hier nicht weiter.</p> <p>4. Es gibt keine Betriebserfahrungen (Zunahme von BE-Schäden), die diese Forderung nahe legen.</p> <p>5. Ansonsten ist der Umfang der BE-Schäden ja bei den Notkühlanalysen ohnehin auszuweisen, künftig möglicherweise auch bei ATWS. Also, welche neue Information darüber hinaus wird hier erwartet?</p> <p>Änderungsvorschlag: Streichen, da zu detailliert, missverständlich, nicht praktikabel und ohne zusätzlichen sicherheitstechnischen Gewinn: Kernbereiche, in denen analytisch ermittelte lokale Dampfblasenzunahmen, lokale Kühlmitteltemperaturerhöhungen oder lokale Kühlmitteldichteabnahmen zu positiven Rückwirkungen führen, sind ausgewiesen. Die sicherheitstechnische Bedeutung derartiger Rückwirkungen ist bewertet.</p>		<p>Anforderung: Lokale Ereignisse, die u. U. zu positiven Rückwirkungen führen könnten (bspw. Sieden im Bereich von axialen Natururanabschnitten, evtl. Sieden in den Spalten zwischen den SWR BE Kastenwänden, Sieden um MOX Stäbe) werden von den heute verwendeten Transientenanalysen nicht erfasst (mangels räumlicher Auflösung) noch in den Ereignislisten postuliert. Somit würden derartige Ereignisse durch das Prüfraster fallen, wenn sie nicht gesondert behandelt werden. Daher sollen gemäß Ziffer 3.1 (3b) durch entsprechend geeignete Methoden ggf. vorhandene Bereiche des Kerns mit positivem Effekt identifiziert werden. Die Methoden hierzu sind verfügbar und sollten zum Standardwerkzeug der Kernaussleger gehören (in machen Fällen mögen Zell-Rechnungen reichen, in anderen mögen Teil- oder auch Ganzkernrechnungen mit MC erforderlich sein). Der sicherheitstechnische Gewinn liegt darin, dass solche lokalen Ereignisse dahingehend zu bewerten sind, ob der positive Beitrag sicherheitstechnisch bedenklich wäre und/oder ob es zu solchen Ereignissen kommen kann. Hinsichtlich „analytisch“ siehe Änderungsvorschlag.</p> <p>Hinsichtlich „lokal“: „lokal“ ist als Angabe des Ortes hinsichtlich der realen Geometrie zu verstehen, unabhängig von der verwendeten Rechenmethode. Daraus folgt, dass hinsichtlich der räumlichen Diskretisierung der realen Geometrie adäquate Verfahren einzusetzen sind. Gemeint ist eine positive Rückwirkung auf die Reaktivität des Kerns, die natürlich auch durch lokale Veränderungen des Kernzustandes (bspw. Ausfahren eines einzelnen Steuerstabs) erfolgen kann.</p> <p>Der Zusammenhang mit etwaigen BE Schäden ist nicht nachvollziehbar. Das Abhängigmachen der Aufstellung einer Anforderung davon, ob es in der Betriebspraxis zu BE- Schäden oder noch schwerwiegenderen Folgen kommt wäre u. E. nicht sachgerecht.</p> <p>Die Schadensumfanganalysen beim KMW bzw. ggf. beim ATWS haben mit dem hier angesprochenen Aspekt nichts zu tun.</p>	
386	3.1 (3b)	<p>Kommentar: Der Sinn dieser neuen Anforderung zu nur in Rechnungen simulierbaren Effekten ist unklar.</p>	NEIN	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 554.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1144	3.1 (3b)	Kommentar: Zum Beispiel wird unter 3.1(3b) gefordert: „Kernbereiche, in denen analytisch ermittelte lokale Dampfblasenzunahmen, lokale Kühlmitteltemperaturerhöhungen oder lokale Kühlmitteldichteabnahmen zu positiven Rückwirkungen führen, sind ausgewiesen. Die sicherheitstechnische Bedeutung derartiger Rückwirkungen ist bewertet.“ Diese Anforderung erfolgt ohne Bezug zu Modul 3 oder Modul 6. Zudem ist sie ohne Definition des Begriffs „analytisch“ und ohne Spezifikation des Nachweisverfahrens etwa hinsichtlich der anzuwendenden Neutronentransportnäherung und bezüglich der geforderten räumlichen Auflösung nicht anwendbar. Da diesbezügliche Untersetzungen im Entwurf des übrigen Regelwerks und in den gültigen KTA-Regeln nicht zu finden sind, muss man davon ausgehen, dass die praktische Umsetzung dieser Forderung nicht gegeben ist. Sofern das Team mit dieser Anforderung zeitabhängige Transportrechnungen mit hoher zeitlicher Auflösung vorschreiben wollte, sei darauf hingewiesen, dass dies Gegenstand der Forschung ist und derzeit nicht als Stand der Technik gelten kann.	Teilweise	Siehe Antworten auf vorhergehende Kommentare.	
1406	3.1 (3b)	Kommentar: Auch nach Kommentierung durch Team 2 bleibt diese Anforderung unverständlich. Welche Nachweise sollen geführt werden? Es ist sicher nicht sinnvoll, die Auswirkungen von fiktiven lokalen Änderungen von Temperatur oder Dichte auf die Reaktivität des Reaktors rechnerisch ohne Berücksichtigung der Ursache und des Kernumfelds solcher Änderungen zu untersuchen. Lokale Änderungen der Temperatur und Dichte, die sich als Folge von Änderungen von Reaktorparametern wie Leistung oder Kühlmitteltemperatur ergeben, werden per se von stationären und transienten Reaktorrechnungen erfasst. Dadurch sind Auswirkungen solcher lokalen Änderungen bereits in den Nachweisen berücksichtigt. Vorschlag: ersatzlos streichen	Teilweise	Siehe Antworten auf vorhergehende Kommentare.	
1062 a	3.1 (4)	Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass im gesamten Normalbetriebsbereich des Reaktors a) alle betrieblichen Parameter, die die Reaktivität, die Reaktorleistung oder die lokale Leistungsdichte hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien wesentlich beeinflussen, zuverlässig überwacht werden können; b) eine stabile Regelung der Leistung und eine stabile Leistungsdichteverteilung gegeben sind, auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Xenon-Umverteilungen; c) Änderungen in der Reaktivität, Leistung oder lokalen Leistungsdichte kontrolliert erfolgen; d) die reaktorphysikalischen Randbedingungen eingehalten werden, die der thermohydraulischen und mechanischen Kernausslegung, der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sowie der Auslegung des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten zu Grunde gelegt sind; e) im Zusammenwirken mit den Begrenzungseinrichtungen diejenigen nuklearen Parameter, die Einfluss auf die Nachweisführungen auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a haben, innerhalb der Bandbreite bleiben, für die die Beherrschung der Ereignisse nachgewiesen wurde.	JA	Anpassungen aufgrund der Streichung in Ziffer 3.2 (1). a) auch Leistung und Leistungsdichte sind zu überwachen – siehe Kommentar 1080 und Änderung von 6.1 (1) a); da die Leistungsdichte als lokale Größe definiert ist, kann der Zusatz „lokale“ gestrichen werden. Zur Klarstellung, dass die Überwachung nicht zwangsläufig eine messtechnische Überwachung sein muss, wird ein Hinweis auf die Definition der Überwachung eingefügt. b) klarere Formulierung. e) Verlagerung in die Ziffer 6.1 (1) e), da dort die geeignetere Stelle.	Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass im gesamten Normalbetriebsbereich des Reaktors a) <u>die Leistung und Leistungsdichte sowie alle Sicherheitsvariablen, betrieblichen Parameter, die für die Reaktivität, die Reaktorleistung oder die lokale Leistungsdichte hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien auf den einzelnen Sicherheitsebenen wesentlich beeinflussen sind, im erforderlichen Umfang zeitlich und räumlich</u> zuverlässig überwacht werden können; <u>Hinweis: Zur Definition von „Überwachung“ siehe „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Begriffsdefinitionen“.</u> b) eine stabile Regelung der Leistung und eine stabile Leistungsdichteverteilung <u>innerhalb zulässiger Grenzen stabil gehalten werden können, gegeben sind,</u> auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Xenon-

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Kommentar: Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngrößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.			Umverteilungen; c) Änderungen in der Reaktivität, Leistung oder lokalen Leistungsdichte kontrolliert erfolgen; d) die reaktorphysikalischen Randbedingungen eingehalten werden, die der thermohydraulischen und mechanischen Kernausslegung, der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sowie der Auslegung des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten zu Grunde gelegt sind; e) im Zusammenwirken mit den Begrenzungseinrichtungen diejenigen nuklearen Parameter, die Einfluss auf die Nachweisführungen auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a haben, innerhalb der Bandbreite bleiben, für die die Beherrschung der Ereignisse nachgewiesen wurde.
1145 1620	3.1 (4)	Kommentar: 1. zu detailliert für diese Ebene des Regelwerks 2. Inwieweit enthält b) eine Forderung, die nicht durch c) abgedeckt ist? 3. es geht nicht um stabile Regelung, sondern um stabile Leistung und Leistungsdichte	Teilweise	Zu 1.: dies sind u. E. Anforderungen, die im Rahmen einer KTA Regel konkretisierbar sind; Zu 2.: b) bezieht sich auf stationäre Zustände des Reaktors, bei denen nur geringfügige Schwankungen der Leistung auftreten sollen. c) zielt darauf, dass sich keine sprunghaften Änderungen in den jeweiligen Größen ergeben sollen (z. B. bei Lastwechseln). Auch wenn Änderungen der Leistung kontrolliert erfolgen, so ist damit noch nicht das stabile Regelverhalten des Reaktors gegeben. Zu 3.: siehe Änderungsvorschlag zu b).	
1146	3.1 (4)	Kommentar: Eine Kenntnis und Einstellung jeder lokalen Leistungsdichteverteilung ist nicht möglich.	JA	Dies wird auch nicht gefordert. Siehe auch Textergänzung „im erforderlichen Umfang“.	
555	3.1 (4) b)	Kommentar: 1. Inwieweit enthält b) eine Forderung, die nicht durch c) abgedeckt ist? 2. Was ist unter „stabil“ zu verstehen?: stationär oder stabil im Sinne der Störungstheorie (lineare Stabilitätsanalyse) 3. Leistungssoszillationen beim SWR werden unter 3.2(2) gesondert benannt. Änderungsvorschlag: Streichen: Eine stabile Regelung der Leistung und eine stabile Leistungsdichteverteilung gegeben sind, auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Xe-Umverteilungen.	NEIN	Zu 1.: siehe Antwort auf Komm. Nr. 1145 Zu 2.: siehe Antwort auf Komm. Nr. 1145 Zu 3.: Leistungssoszillationen im Sinne nuklear-thermohydraulischer Leistungsschwingungen sind hier nicht angesprochen.	
1407	3.1 (4) b)	Kommentar: Der Begriff ‚Regelung‘ ist im deutschen Sprachgebrauch durch den Einsatz einer Automatik besetzt. Vorschlag: <i>Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass im gesamten Normalbetriebsbereich des Reaktors</i> a) (...) b) <i>Leistung und Leistungsdichteverteilung innerhalb zulässiger Grenzen</i>	JA	Siehe obigen Änderungsvorschlag zu b), wobei jedoch der Aspekt der stabilen Regelung mit angesprochen bleiben soll..	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		gehalten werden können, auch im Hinblick auf die Auswirkungen von Xenon-Umverteilungen;			
387	3.1 (4) e)	Kommentar: Wiederholung: Das betrifft Kap 6, Überwachungseinrichtungen	JA	Siehe obiger Änderungsvorschlag zu e).	
556	3.1 (4) e)	Kommentar: Nukleare Parameter sind für mich Wirkungsquerschnitte, β_{eff} , Diffusionskonstante, Albedos usw. Reaktorleistung, Borkonzentration, Wärmeleitfähigkeit usw. sind keine nuklearen Parameter aber auch die sind in diesem Kontext von Bedeutung. Änderungsvorschlag: „nuklear“ streichen:	JA	Siehe unter Modulziffer 6.1 (1) e) neu (Kommentar Nr. 1081): der Begriff „nukleare Parameter“ wird ersetzt durch „Prozessvariable“, da die Ziffer auf die Funktion der Zustandsbegrenzungen abzielt. Größen wie die Wirkungsquerschnitte, β_{eff} , Diffusionskonstante oder die Wärmeleitfähigkeit sind in der Ziffer daher nicht gemeint.	
1147	3.1 (4) e)	Kommentar: Nukleare Parameter sind z.B. Wirkungsquerschnitte, β_{eff} , Diffusionskonstante, Albedos usw.. Reaktorleistung, Borkonzentration, Wärmeleitfähigkeit usw. sind keine nuklearen Parameter aber auch die sind in diesem Kontext von Bedeutung. Gemeint sind wahrscheinlich Zustandsbegrenzungen, die die Einhaltung der Nachweiskriterien sicherstellen.	JA	Siehe unter Modulziffer 6.1 (1) e) neu (Kommentar Nr. 1081): der Begriff „nukleare Parameter“ wird ersetzt durch „Prozessvariable“, da die Ziffer auf die Funktion der Zustandsbegrenzungen abzielt. Größen wie die Wirkungsquerschnitte, β_{eff} , Diffusionskonstante oder die Wärmeleitfähigkeit sind in der Ziffer daher nicht gemeint.	
1619	3.1 (4) e)	Kommentar: Nukleare Parameter sind z.B. Wirkungsquerschnitte, β_{eff} , Diffusionskonstante, Albedos usw.. Reaktorleistung, Borkonzentration, Wärmeleitfähigkeit usw. sind keine nuklearen Parameter aber auch die sind in diesem Kontext von Bedeutung. Gemeint sind wahrscheinlich Zustandsbegrenzungen, die die Einhaltung der Nachweiskriterien sicherstellen. Änderungsvorschlag: Im Zusammenwirken mit den Zustandsbegrenzungen diejenigen Parameter, die... Donderer: Verlagerung nach Ziffer 6.1 (1) e) neu, siehe unten	JA	Siehe unter Modulziffer 6.1 (1) e) neu (Kommentar Nr. 1081): der Begriff „nukleare Parameter“ wird ersetzt durch „Prozessvariable“, da die Ziffer auf die Funktion der Zustandsbegrenzungen abzielt. Größen wie die Wirkungsquerschnitte, β_{eff} , Diffusionskonstante oder die Wärmeleitfähigkeit sind in der Ziffer daher nicht gemeint.	
388	3.1 (4) e)	Kommentar: Nicht SE1	NEIN	So wie es zu einem ordnungsgemäßen Normalbetrieb gehört, dass die Sicherheitseinrichtungen (bspw. die Notkühleinrichtungen) während des Normalbetriebs verfügbar sind (auch wenn diese hier nicht benötigt werden), so ist es Bestandteil des Normalbetriebs, dass die genannten Maßnahmen bzw. Einrichtungen gegen Störfälle realisiert und damit verfügbar sind.	
149	3.1 (5)	Modultext: Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass innerhalb des Normalbetriebskennfeldes keine ungedämpften Leistungsdichteschwingungen auftreten (siehe auch Ziffer 4.1 (3)). Kommentar:	Teilweise	Die Anforderung lautet, dass innerhalb des Normalbetriebskennfeldes Leistungsdichteschwingungen nicht auftreten sollen. Ein spezieller Nachweisweg (bspw. mit STAIF Rechnungen) soll hier nicht angesprochen oder gar vorgeschrieben werden. Eine diesbezügliche Präzisierung	Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass <u>im Normalbetrieb ein ausreichender Abstand zu dem Bereich, in dem ungedämpfte Leistungsdichteschwingungen auftreten können, vorhanden ist innerhalb des</u>

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Wenn hierbei die bisherige Praxis des Nachweises mit STAIF akzeptiert wird i. O., das sollte wesentlich deutlicher gefasst werden.		<p>rung der Anforderung ist daher u. E. nicht erforderlich.</p> <p>Leistungsdichteschwingungen sollen auch nicht unmittelbar bei Verlassen des Normalbetriebskennfeldes auftreten. Dies wird dadurch erreicht, dass ein Abstand zur Stabilitätsgrenze innerhalb des Normalbetriebskennfeldes als eingehalten nachgewiesen wird.</p>	Normalbetriebskennfeldes keine ungedämpften Leistungsdichteschwingungen auftreten (siehe auch Ziffer 4.1 (3)).
1063 1618	3.1 (6)	<p>Modultext: Die zyklusspezifischen Auslegungsrechnungen zu den reaktorphysikalischen Eigenschaften des Kerns werden anhand von festgelegten Messprogrammen sowie anhand von anfallenden Kernüberwachungsdaten überprüft. Es ist festgelegt, wie im Falle signifikanter Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu verfahren ist.</p> <p>Kommentar: Ersetzen „reaktorphysikalischen Eigenschaften des Kerns“ durch „reaktorphysikalischen Kenngrößen des Kerns.“</p>	JA	Sprachliche Klarstellungen.	<p>Die zyklusspezifischen Auslegungsrechnungen zu den reaktorphysikalischen Sicherheitsvariablen Eigenschaften des Kerns werden anhand von zyklusspezifischen festgelegten Messprogrammen bzw. sowie anhand von anfallenden Kernüberwachungsdaten überprüft. Es ist festgelegt, wie im Falle signifikanter Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu verfahren ist.</p>
1148	3.1 (6)	<p>Kommentar: Dieser Absatz betrifft nicht die zyklusspezifischen Auslegungsrechnungen, sondern die Betriebsunterlagen. Ersetzen: „zyklusspezifische Auslegungsrechnungen“ durch „Betriebsunterlagen“</p>	NEIN	Hier sind explizit die Auslegungsrechnungen des jeweiligen Beladeplans angesprochen. Eine Benennung von „Betriebsunterlagen“ wäre nicht Ziel führend.	
389	3.1 (6)	<p>Kommentar: Modul 8</p>	NEIN	Diese Anforderung zielt zwar auf organisatorische Maßnahmen ab, gehört jedoch sachlich unmittelbar zur Kernausslegung und sollte daher hier erhalten bleiben, auch wenn hierzu übergeordnete Vorgaben in Modul 8 gegeben werden.	
1408	3.1 (6)	<p>Kommentar: Obwohl den VGB/AREVA Vorschlägen vermeintlich gefolgt wurde (festlegen statt spezifizieren) wird durch die Indikativformulierung eine Situation beschrieben, die nicht im Sinne unserer Einwände ist (situationsbedingte Festlegung und kein vorab definierter vorbestimmter Maßnahmenkatalog).</p> <p>Vorschlag: <i>Die Auslegungsrechnungen zu den reaktorphysikalischen Eigenschaften des Kerns werden anhand von zyklusspezifischen Messprogrammen sowie anhand von anfallenden Kernüberwachungsdaten überprüft. Es wird festgelegt, wie im Falle signifikanter Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu verfahren ist.</i></p>	JA	Siehe obige Änderungen.	
1457	3.1 (7)	<p>Modultext: Bei einer anhaltenden Störung der Überwachung der Leistungsdichteverteilung oder der Leistungsdichteverteilung oder einer Beeinträchtigung der Wirksamkeit von Reaktivitätsstellgliedern sind die davon betroffenen sicherheitsrelevanten Festlegungen für den Normalbetrieb (Sicherheitsebene 1) und für die Ansprechwerte von Begrenzungs- bzw. Schutzeinrichtungen (Sicherheitsebenen 2 bzw. 3) der gestörten Situation angepasst oder es sind andere Maßnahmen festgelegt.</p>	JA	Keine Anforderung an die nukleare Auslegung im eigentlichen Sinne und zudem vom Detaillierungsgrad der Anforderung eher in eine KTA Regel gehörend. Da hierzu übergeordnete Regelungen in Ziffer 3.1 (4) formuliert sind, kann auf 3.1 (7) verzichtet werden.	<p>3.1 (7) Bei einer anhaltenden Störung der Überwachung der Leistungsdichteverteilung oder der Leistungsdichteverteilung oder einer Beeinträchtigung der Wirksamkeit von Reaktivitätsstellgliedern sind die davon betroffenen sicherheitsrelevanten Festlegungen für den Normalbetrieb (Sicherheitsebene 1) und für die Ansprechwerte</p>

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Kommentar: KTA Regelungstiefe ?			von Begrenzungs- bzw. Schutzeinrichtungen (Sicherheitsebenen 2 bzw. 3) der gestörten Situation angepasst oder es sind andere Maßnahmen festgelegt.
390	3.1 (7)	Kommentar: Nicht ganz kompatibel mit M5.1/3.3 und M10/1.1.1.2(1), wo n+1 oder 2 gefordert werden	NEIN	In den betrieblichen Regelungen ist zu regeln (und das ist Stand der Betriebshandbücher) welche Ersatzwertaufschaltungen vorzunehmen sind wenn einzelne Leistungsverteilungsdetektoren ausgefallen sind. So kann z.B. der Reaktor in begrenztem Umfang nach Ausfall einzelner Detektoren und mit nachfolgender Ersatzwertaufschaltung weiterbetrieben werden, bei Überschreitung einer definierten Anzahl von einzelnen Detektoren bestehen jedoch Einschränkungen hinsichtlich Lastfolgebetrieb oder der maximal fahrbaren Reaktorleistung. Durch die Streichung der Ziffer (siehe vorausgehende Zeile) u. E. erledigt.	
1149 + 1617	3.1 (7)	Kommentar: Steht unter der Überschrift „Sicherheitsebene 1“ und enthält Anforderungen zu den Sicherheitsebenen 2 und 3.	NEIN	Die Anforderung richtet sich an die Sicherheitsebene 1, auch wenn sie aus einer Störung (Sicherheitsebene 2) resultiert. Auch das Einstellen der Ansprechwerte für die Begrenzungs- oder Sicherheitseinrichtungen ist Bestandteil des Normalbetriebs. Anforderung wird aus o. g. Gründen jedoch gestrichen.	
1064	3.2 (1)	Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen a) alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Reaktivität, Leistung oder lokale Leistungsdichte beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden können, sofern dies für die Ereignisbeherrschung erforderlich ist; b) im Zusammenwirken mit den Kühlsystemen und den Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte die Anforderungen an die Auslegung der Kernbauteile gemäß Ziffern 5.1 (3) bis 5.1 (5) sowie die für die Sicherheitsebene 2 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. Kommentar: Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngrößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.	NEIN	Durch Streichung obsolet.	Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen a) alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Reaktivität, Leistung oder lokale Leistungsdichte beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden können, sofern dies für die Ereignisbeherrschung erforderlich ist; b) im Zusammenwirken mit den Kühlsystemen und den Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte die Anforderungen an die Auslegung der Kernbauteile gemäß Ziffer 5.1 (3) bis 5.1 (5) sowie die für die Sicherheitsebene 2 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.
391	3.2 (1) a)	Kommentar: Das betrifft Kap 6, Überwachungseinrichtungen	JA	Die Anforderungen in a) werden durch die geänderte Ziffer 3.1 (4) sowie 6.2 (1) ausreichend erfasst und sind daher hier entbehrlich. Die Einhaltung der Anforderungen 5.1 (3) bis 5.1 (5) ist zusammenfassend in 5.2 (1) geregelt.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1409	3.2 (1) b)	<p>Kommentar: ...im Zusammenwirken mit den Kühlsystemen und den Einrichtungen Maßnahmen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte die Anforderungen an die Auslegung der Kernbauteile gemäß Ziffern 5.1 (3) bis 5.1 (5) sowie die für die Sicherheitsebene 2 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.</p> <p>Obwohl im Kommentar von Team 2 ausgeführt wird, dass der Text in Rev. B unverändert übernommen wird, wird durch Ersatz des umfassenderen Begriffs ‚Maßnahmen‘ (die auch Handmaßnahmen darstellen können) durch den Begriff ‚Einrichtungen‘ eine Einschränkung (im Hinblick auf eine Automatik) vorgenommen.</p>	JA	Mit der Verwendung des Begriffes „Einrichtung“ soll keine Anforderung im Hinblick auf Automatik vorgenommen werden, daher Ergänzung um „Maßnahmen“.	
1065	3.2 (2)	<p>Modultext: Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen ggf. auftretende ungedämpfte globale oder regionale Leistungsdichteschwingungen im Zusammenwirken mit den Begrenzungseinrichtungen soweit begrenzt werden, dass die Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 2 eingehalten werden.</p> <p>Kommentar: Diese Ziffer sollte in Modul 2 entfallen, da bereits in Modul 3 geregelt oder dort umfassender zu regeln.</p>	JA	Ziffer 3.2 (2) ist eine ereignisbezogene Anforderung. Hierzu sind die entsprechenden Bezüge bereits in Modul 3 angesprochen. Daher kann diese Ziffer in Modul 2 entfallen.	Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen ggf. auftretende ungedämpfte globale oder regionale Leistungsdichteschwingungen im Zusammenwirken mit den Begrenzungseinrichtungen soweit begrenzt werden, dass die Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 2 eingehalten werden.
1150 1616	3.2 (2)	<p>Kommentar: Die Begrenzung von Neutronenflussschwingungen sollte in der Sicherheitsebene 1 erwähnt werden. In den anderen Sicherheitsebenen kann dieser Hinweis entfallen, da auch dort die Nachweiskriterien eingehalten werden müssen.</p>	JA		
157 1616	3.2 (2)	<p>Kommentar: Ist die Erfassung/Detektierung regionaler Neutronenfluss-Schwingungen heute schon bei allen betriebenen SWR-Anlagen Stand von WuT? Die Anforderung könnte zu Schwierigkeiten führen.</p>	NEIN	<p>Die Erfassung/ Detektierung regionaler Neutronenflussschwingungen ist mess- und leittechnisch Stand der Technik. Inwieweit dies in allen betriebenen SWR Anlagen realisiert ist, sollte nicht maßgebend für die Aufstellung dieser Anforderung sein.</p> <p>Insbesondere jedoch ist speziell hierbei zur Erfüllung dieser Anforderung nicht zwingend die Erfassung/ Detektierung regionaler Neutronenflussschwingungen erforderlich. So können unabhängig vom Auftreten von Schwingungen beim Verlassen des Normalbetriebskennfeldes die vorgesehenen Maßnahmen eingeleitet werden.</p>	
1066	3.3 (1)	<p>Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen a) alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Reaktivität, Leistung oder lokale Leistungsdichte beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden können, sofern dies für die Ereignisbeherrschung erforderlich ist;</p>	NEIN	Durch Streichung obsolet.	Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen werden a) alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Reaktivität, Leistung oder lokale Leistungsdichte beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		b) die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. Kommentar: Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngrößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.			können, sofern dies für die Ereignisbeurteilung erforderlich ist; b) die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden .
392	3.3 (1)	Kommentar: Das betrifft Kap 6, Überwachungseinrichtungen	JA	Die Anforderungen in a) werden durch die geänderte Ziffer 3.1 (4) sowie Abschnitt 6.3 ausreichend erfasst und sind daher hier entbehrlich.	
1067	3.3 (2)	Modultext: Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns sichergestellt, dass bei Störfällen ggf. auftretende ungedämpfte globale oder regionale Leistungsdichteschwingungen im Zusammenwirken mit den Sicherheitseinrichtungen soweit beherrscht werden, dass die Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 3 eingehalten werden. Kommentar: Diese Ziffer sollte in Modul 2 entfallen, da bereits in Modul 3 geregelt oder dort umfassender zu regeln.	JA	Ziffer 3.3 (2) ist eine ereignisbezogene Anforderung. Hierzu sind die entsprechenden Bezüge bereits in Modul 3 angesprochen. Daher kann diese Ziffer in Modul 2 entfallen.	Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns sichergestellt, dass bei Störfällen ggf. auftretende ungedämpfte globale oder regionale Leistungsdichteschwingungen im Zusammenwirken mit den Sicherheitseinrichtungen soweit beherrscht werden, dass die Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 3 eingehalten werden.
157	3.3 (2)	Kommentar: Ist die Erfassung/Detektierung regionaler Neutronenfluss-Schwingungen heute schon bei allen betriebenen SWR-Anlagen Stand von WuT? Die Anforderung könnte zu Schwierigkeiten führen.	NEIN	Die Erfassung/ Detektierung regionaler Neutronenflussschwingungen ist mess- und leittechnisch Stand der Technik. Inwieweit dies in allen betriebenen SWR Anlagen realisiert ist, sollte nicht maßgebend für die Aufstellung dieser Anforderung sein. Insbesondere jedoch ist speziell hierbei zur Erfüllung dieser Anforderung nicht zwingend die Erfassung/ Detektierung regionaler Neutronenflussschwingungen erforderlich. So können unabhängig vom Auftreten von Schwingungen beim Verlassen des Normalbetriebskennfeldes die vorgesehenen Maßnahmen eingeleitet werden.	
1151	3.3 (2)	Kommentar: 3.3(1)b) „Nachweisziele und Nachweiskriterien“ und 3.3(2) „Nachweiskriterien“: Unterschied bei DWR/SWR?	JA	Durch Streichung von Ziffer 3.3 (2) erledigt.	
393	3.4 (1)	Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt, dass bei Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a) durch eine ausreichend negative Reaktivitätsrückwirkung die Leistung begrenzt bzw. ausreichend schnell abgesenkt wird, so dass die sicherheitstechnischen Nachweisziele a) Erhaltung einer abschalt- und kühlbaren Geometrie des Reaktorkerns sowie b) Erhaltung der Integrität der Druckführenden Umschließung und die für diese Ereignisse geltenden Nachweiskriterien gemäß den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“ (Modul 3) eingehalten werden. Kommentar:	NEIN	Kommentar betrifft Modul 1.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Nicht kompatibel mit M1/2.2 (5)!!! Dort weitergehende Forderung (Hüllrohrintegrität)			
1068	3.4 (1)	Kommentar: Der Bezug zu Modul 3 ist an vergleichbaren anderen Stellen nicht erfolgt und sollte konsistenterweise hier gestrichen werden.	JA	Richtiger Hinweis, Umsetzung: siehe nachfolgende Zeile.	
1069	3.4 (1)	Kommentar: Die Anforderung zur Einhaltung der dauerhaften Unterkritikalität sollte ergänzt werden.	JA	Richtiger Hinweis, Umsetzung siehe nachfolgende Zeile.	
557 1622	3.4 (1)	Kommentar: Um mit der diesbezüglichen RSK Stellungnahme kompatibel zu sein, muss die Möglichkeit der Pumpenabschaltung offen gehalten werden Mit ATWS-Stellungnahme abgleichen! Siehe auch 4.2 (1b) Änderungsvorschlag: Der Reaktorkern ist im Zusammenwirken mit der thermohydraulischen Auslegung so beschaffen, dass bei Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a) durch eine ausreichend negative Reaktivitätsrückwirkung die Leistung begrenzt bzw. ausreichend schnell abgesenkt wird, so dass die sicherheitstechnischen Nachweisziele....	JA	Die Bezugnahme der ansonsten bestimmungsgemäß wirksamen Maßnahmen ist eine richtige Präzisierung. Die Zulässigkeit der Berücksichtigung des Pumpenabschaltens bei der Nachweisführung ist in Modul 6 entsprechend der diesbezüglichen RSK Stellungnahme geregelt (Ziffern 3.2.5 (1) und (2) in Modul 6).	Der Reaktorkern ist so ausgelegt, dass bei Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a) durch eine ausreichend negative Reaktivitätsrückwirkung <u>im Zusammenwirken mit den ansonsten als wirksam unterstellten Maßnahmen und Einrichtungen der Anlage</u> die Leistung begrenzt bzw. ausreichend schnell abgesenkt wird, so dass die sicherheitstechnischen Nachweisziele a) Erhaltung einer abschalt- und kühlbaren Geometrie des Reaktorkerns sowie b) Erhaltung der Integrität der Druckführenden Umschließung und die für diese Ereignisse geltenden Nachweiskriterien <u>gemäß den „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse“ (Modul 3)</u> eingehalten werden. <u>Durch die weiteren Abschalteinrichtungen wird der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität erreicht (siehe auch Ziffer 6.4 (1)).</u>
1152	3.4 (1)	Kommentar: Unter 3.4(1) wird im Modul 2 nochmals auf die Beherrschung von ATWS eingegangen. Die hier formulierten Anforderungen sind einerseits mit der Stellungnahme der RSK zu ATWS u.a. in dem Sinne abzugleichen, dass die Abschaltung der Hauptkühlmittelpumpen zur Ereignisbeherrschung unzweifelhaft zulässig ist. Ziffer 6.4(1) ist in gleichem Sinne zu überarbeiten. Andererseits muss ein Abgleich mit M1/2.2(5) erfolgen. Während Modul 2 die Erhaltung von Abschaltbarkeit und Kühlbarkeit des Kerns und der Integrität der druckführenden Umschließung fordert, wird im Modul 1 zusätzlich die Forderung erhoben, die Hüllrohrintegrität nachzuweisen. Diese Anforderung muss im Modul 1 entfallen.	NEIN	Die Zulässigkeit des Heranziehens des Abschaltens der Hauptkühlmittelpumpen bei der Nachweisführung der Beherrschung von ATWS Ereignissen beim DWR ist kein Regelungsgegenstand von Modul 2. Dies ist in übergeordneter Form in Übereinstimmung mit der diesbezüglichen RSK Stellungnahme in Modul 6 Ziffer 3.2.5 (2) geregelt. Kommentar betrifft Modul 1.	
1425	3.4 (2)	Modultext: Die Anforderungen der Ziffer 3.4 (1) werden auch bei ggf. infolge von Ereignissen mit Ausfall der Reaktorschnellabschaltung auftretenden ungedämpften Leistungsdichteschwingungen (SWR) im Zusammenwirken mit den Einrich-	JA	Anforderung kann entfallen, da durch die vorzusehenden Maßnahmen bei Transienten (Pulkeinfahren) über Sammeleinfahren abgedeckt.	<u>Die Anforderungen der Ziffer 3.4 (1) werden auch bei ggf. infolge von Ereignissen mit Ausfall der Reaktorschnellabschaltung auftretenden ungedämpften Leistungsdichteschwingungen</u>

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		tungen zur Leistungsabsenkung eingehalten. Kommentar: Diese Anforderung kann entfallen, da durch die vorzusehenden Maßnahmen bei Transienten (Pulk-Einfahren) über Sammeleinfahren abgedeckt.			(SWR) im Zusammenwirken mit den Einrichtungen zur Leistungsabsenkung eingehalten.
1070	3.4 (2)	Kommentar: Diese Ziffer sollte in Modul 2 entfallen, da bereits in Modul 3 geregelt oder dort umfassender zu regeln.	JA		
158 1623	3.4 (2)	Kommentar: Halten wir für problematisch, wobei insbesondere die Zulässigkeit der Überlagerung von ATWS mit Neutronenfluss-Schwingungen begründet werden sollte? Ein generischer Nachweis, dass aufklingende Neutronenfluss-Schwingungen zu keinen Brennstabschäden führen dürfte so kaum möglich sein. Sollte die Problematik aus BWR/USA importiert sein, so sei auf die bekannten Unterschiede hingewiesen.	NEIN	Die Überlagerung von ATWS mit Neutronenflussschwingungen wird hier nicht postuliert sondern als kausal bedingt angesetzt (was bspw. beim ATWS Ereignis „Maximaler Abfall der Speisewassertemperatur“ bis zum Wirksamwerden des Mutternachlaufs der Fall sein kann). Nachzuweisen ist in diesem Fall zudem nicht, dass keine Brennstabschäden auftreten, sondern die Kühl- und Abschaltbarkeit des Reaktorkerns (siehe Modul 3). Über die Art der Nachweisführung werden hier keine Anforderungen gestellt.	
1153	3.4 (2)	Kommentar: Für den SWR wird in 3.4(2) verschärfend gefordert, dass der Nachweis der Beherrschung des ATWS-Falles auch bei überlagerten, ungedämpften Leistungsdichteschwingungen zu führen sei. Die Quellensynopse gibt keinen Aufschluss, aus welchem nationalen oder internationalen Regelwerk diese Anforderung übernommen wurde und führt auch ansonsten dazu keine Begründung an. Auch bei Verlagerung dieser Anforderung in Modul 3 muss eine schlüssige Begründung für die Überlagerung von ATWS und Leistungsdichteschwingungen gegeben werden. Ist dies nicht möglich, so sollte diese Anforderung entfallen.	NEIN	Siehe Antwort in vorhergehender Zeile.	
1449	4.1 (1)	Modultext: Bei der thermohydraulischen Kernausslegung sind alle Parameter berücksichtigt, die die Kühlung der Brennelemente wesentlich beeinflussen, soweit dies zur Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien erforderlich ist. Die Abhängigkeiten dieser Parameter vom Zyklusverlauf sowie die Bandbreiten der im bestimmungsgemäßen Betrieb möglichen Änderungen und Schwankungen in den Betriebsparametern sind berücksichtigt. Kommentar: Der Bezug auf die Auslegungsgrenzen fehlt (siehe Kommentar Nr. 1138).	Teilweise	Auslegungsgrenzen sind Bestandteil der Nachweisführungen im Rahmen der mechanischen Auslegung und werden daher in Abschnitt 5.1 eingeführt. Den entsprechenden Nachweisführungen liegen neutronische und thermohydraulische Randbedingungen zu Grunde. In den Ziffern 3.1 (4) d) und 4.1 (2) c) wird explizit gefordert, dass diese Randbedingungen eingehalten werden. Eine Nennung der Auslegungsgrenzen in Ziffer 4.1 (1) ist von daher nicht erforderlich. Zur diesbezüglichen Klarstellung sollen folgende Änderungen in den Definitionen vorgenommen werden: Auslegungsgrenze: <u>Nachweiskriterium für Grenze einer</u> in der <u>Auslegung betrachteten</u> Größe, bei deren Einhaltung ein <u>Versagen des</u> betroffenen <u>Anlagenteils</u> <u>Einrichtung</u> nicht zu unterstellen ist.	Bei der thermohydraulischen Kernausslegung sind alle Parameter berücksichtigt, die <u>für</u> die Kühlung der Brennelemente wesentlich <u>sind</u> beeinflussen , soweit dies zur Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien erforderlich ist. Die Abhängigkeiten dieser Parameter vom Zyklusverlauf sowie die Bandbreiten der im bestimmungsgemäßen Betrieb <u>zulässigen möglichen</u> Änderungen und Schwankungen in den Betriebsparametern sind berücksichtigt.

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				<p><u>Defektwahrscheinlichkeit</u>: experimentell abgeleitete Wahrscheinlichkeit für das Versagen des betroffenen Anlagenteils in Abhängigkeit von einem jeweils betrachteten Parameter.</p> <p>Nachweiskriterium: Im Zuge der Nachweisführung als eingehalten nachzuweisendes Kriterium.</p> <p>Versagen: Eine oder mehrere Auslegungsanforderungen können derart nicht mehr erfüllt werden, dass die geforderte Funktionsfähigkeit der betroffenen Einrichtung nicht mehr gegeben ist.</p> <p>Versagensgrenze: Derjenige Wert einer Zustandsgröße von Anlagenteilen, bei dem kein Sicherheitsabstand zum Verlust geforderter Eigenschaften besteht.</p>	
1071	4.1 (2)	<p>Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass im gesamten Normalbetriebsbereich des Reaktors</p> <p>a) alle betrieblichen Parameter, die die Kühlung der Brennelemente hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien wesentlich beeinflussen, zuverlässig überwacht werden können;</p> <p>b) Filmsieden (DWR) bzw. Siedeübergang (SWR) nicht auftritt;</p> <p>c) die thermohydraulischen Randbedingungen eingehalten werden, die der nuklearen und mechanischen Kernausslegung, der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen, sowie der Auslegung des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten zu Grunde gelegt sind;</p> <p>d) im Zusammenwirken mit den Begrenzungseinrichtungen diejenigen thermohydraulischen Parameter, die Einfluss auf die Nachweisführungen auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a haben, innerhalb der Bandbreite bleiben, für die die Beherrschung der Ereignisse nachgewiesen wurde.</p> <p>Kommentar: Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngrößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.</p>	JA	<p>Anpassungen an Ziffer 3.1 (4). zu a): Präzisierung. zu b): Richtiger Hinweis zu d): Verlagerung von d) in die Ziffer 6.1 (1) e), da dort die geeignetere Stelle.</p>	<p>Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass im gesamten Normalbetriebsbereich des Reaktors</p> <p>a) alle <u>Sicherheitsvariablen</u>, betrieblichen Parameter, die für die Kühlung der Brennelemente hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien <u>auf den einzelnen Sicherheitsebenen</u> wesentlich <u>sind, beeinflussen, im erforderlichen Umfang zeitlich und räumlich</u> zuverlässig überwacht werden können;</p> <p>b) <u>ein kritischer Siedezustand Filmsieden (DWR) bzw. Siedeübergang (SWR)</u> nicht auftritt;</p> <p>c) die thermohydraulischen Randbedingungen eingehalten werden, die der nuklearen und mechanischen Kernausslegung, der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen, sowie der Auslegung des Reaktordruckbehälters und seiner Einbauten zu Grunde gelegt sind.;</p> <p>d) im Zusammenwirken mit den Begrenzungseinrichtungen diejenigen thermohydraulischen Parameter, die Einfluss auf die Nachweisführungen auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a haben, innerhalb der Bandbreite bleiben, für die die Beherrschung der Ereignisse nachgewiesen wurde.</p>
1154	4.1 (2) a)	<p>Kommentar: Der lokale Durchsatz durch ein BE kann messtechnisch nicht überwacht werden. Gemeint sind wahrscheinlich alle einer Messung zugänglichen Betriebsparameter. Statt „Kühlung der Brennelemente“ sollte stehen „Kühlung</p>	NEIN	Die Überwachung ist nicht ausschließlich als messtechnische Überwachung zu verstehen (siehe Definition von Überwachung gemäß der KTA Begriffssammlung). Bei Beachtung dieser	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		des Reaktorkerns". Vorschlag: a) alle betrieblichen Parameter, die die Kühlung des Reaktorkerns hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele		Definition ergibt sich kein Änderungsbedarf. Die in den Begriffsdefinitionen SR 2475, Revision B enthaltene Definition zum Begriff „Betriebsüberwachung“ sollte jedoch an die KTA Definition des Begriffs der „Überwachung“ angeglichen werden, Vorschlag: „Betriebsüberwachung: <u>Kontrollierte Erfassung von Maßnahmen und Einrichtungen zur Überwachung und Aufzeichnung der Betriebsparameter einschließlich eines Vergleichs mit vorgegebenen Werten.</u> <u>Hinweis: Die Überwachung erfolgt z. B. durch kontinuierliche Messung, Analyse von Proben oder die Berechnung von Werten durch Verknüpfung von Messwerten.</u> “	
558 1624	4.1 (2) b)	Modultext: b) Filmsieden (DWR) bzw. Siedeübergang (SWR) nicht auftritt Kommentar: In den Begriffsdefinitionen steht Siedeübergang für den Übergang zum Filmsieden, das spielt aber beim SWR keine Rolle, hier kommt es zum Austrocknen des Films, nachdem im offenen Volumen bereits reine Dampfströmung vorliegt (dry out). Änderungsvorschlag: 1. entweder „Siedeübergang“ anders definieren, oder 2. b) Filmsieden (DWR) bzw. Siedeübergang dry out (SWR) nicht auftritt	JA	Siehe Änderungsvorschlag. In der Definitionsliste wird neu aufgenommen: Siedezustand, kritischer: Siedezustand, der sowohl bei Einsetzen des <i>Filmsiedens</i> als auch bei Einsetzen des Austrocknens der Heizfläche vorliegt. Die Definition „Siedeübergang“ wird gestrichen.	
394 1624	4.1 (2) d)	Kommentar: Das betrifft Kap 6, Überwachungseinrichtungen Warum fehlt hier der Halbsatz wie in Kap.3 „sofern dies für die Ereignisherrschaft erforderlich ist?“	JA		
1155	4.1 (2) d)	Kommentar: Statt „Begrenzungseinrichtungen“ einsetzen „Zustandsbegrenzungen“.	NEIN	Siehe bei Ziffer 6.1 (1) e) neu. Eine Bezugnahme auf den Begriff Begrenzungen entfällt.	
1072	4.1 (3)	Modultext: Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass innerhalb des Normalbetriebskennfeldes keine ungedämpften Leistungsdichteschwingungen auftreten (siehe auch Ziffer 3.1 (5)). Kommentar: Folgeanpassung wie in Ziffer 3.1 (5).	JA	Leistungsdichteschwingungen sollen auch nicht unmittelbar bei Verlassen des Normalbetriebskennfeldes auftreten. Dies wird dadurch erreicht, dass ein Abstand zur Stabilitätsgrenze innerhalb des Normalbetriebskennfeldes als eingehalten nachgewiesen wird.	Beim SWR ist durch die nukleare und thermohydraulische Auslegung des Kerns Vorsorge dafür getroffen, dass <u>im Normalbetrieb ein ausreichender Abstand zu dem Bereich, in dem ungedämpfte Leistungsdichteschwingungen auftreten können, vorhanden ist innerhalb des Normalbetriebskennfeldes keine ungedämpften Leistungsdichteschwingungen auftreten</u> (siehe auch Ziffer 3.1 (5)).
1073	4.1 (4)	Modultext: Die zyklusspezifischen Auslegungsrechnungen zu den thermohydraulischen Eigenschaften des Kerns werden anhand von festgelegten Messprogrammen sowie anhand von anfallenden Kernüberwachungsdaten überprüft. Es ist festgelegt, wie im Falle signifikanter Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu verfahren ist.	JA	Sprachliche Klarstellungen.	Die zyklusspezifischen Auslegungsrechnungen zu den thermohydraulischen <u>Sicherheitsvariablen Eigenschaften</u> des Kerns werden anhand von <u>zyklusspezifischen festgelegten</u> Messprogrammen <u>bzw. sowie</u> anhand von anfallenden Kernüberwachungsdaten überprüft. Es <u>wird ist</u> festge-

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Kommentar: Ersetzen „reaktorphysikalischen Eigenschaften des Kerns“ durch „reaktorphysikalischen Kenngrößen des Kerns.“			legt, wie im Falle signifikanter Abweichungen zwischen Rechnung und Messung zu verfahren ist.
395 1625	4.1 (4)	Kommentar: „zu den thermohydraulischen Eigenschaften“: Was ist hier gemeint? Angegebene Quelle passt nicht.	JA	Siehe Änderungsvorschlag.	
1410	4.1 (4)	Kommentar: Siehe Kommentar und Vorschlag zu 3.1 (6) [Kommentar-Nr. 1408]	JA	Siehe Änderungsvorschlag.	
559 1625	4.1 (4)	Kommentar: Ohne Beispiel ist die konkrete Zielstellung hinter dieser Forderung nicht zu erfassen. Die wesentlichen Einflüsse kommen ja von der BE-Auslegung. Die thermohydraulischen Eigenschaften der BE werden nicht erst im Reaktor getestet, sondern sind vorab bekannt. Nicht alle thermohydraulischen Eigenschaften des Kerns sind messtechnisch zu überprüfen. Welche Eigenschaften der zyklusspezifischen Auslegungsrechnungen sind gemeint? Ersetzen: „zyklusspezifische Auslegungsrechnungen“ durch „Einhaltung der Nachweiskriterien“. Änderungsvorschlag: Durch Beispiel ergänzen!	NEIN	Die Zielsetzung ist „Überprüfung der Theorie durch Messung“. Es ist richtig, dass die Eigenschaften von Brennelementen i. d. R. messtechnisch bestätigt sind, hier sind jedoch die Eigenschaften des Kerns mit diesen Brennelementen angesprochen. Die Konkretisierung im Hinblick darauf, welche Eigenschaften/Parameter hier zu überprüfen sind, gehört nicht ins übergeordnete Regelwerk. Ein typisches Beispiel wäre die MASL Überwachung beim SWR. Hier ist die Übereinstimmung zwischen dem vorausgerechneten MASL _{vorhanden} und dem aus Reaktormessungen abgeleiteten MASL _{vorhanden} zu prüfen (es muss MASL _{vorhanden} > MASL _{erforderlich} sein). Bei deutlichen Abweichungen kann z.B. eine Absenkung der URK erforderlich werden.	
1156	4.1 (4)	Kommentar: Mit der Formulierung in 4.1(4) wird die Forderung erhoben, dass die zyklusspezifischen Auslegungsrechnungen zu den thermohydraulischen Eigenschaften des Kerns anhand von festgelegten Messprogrammen und Kernüberwachungsdaten zu überprüfen sind. In dieser zu wenig bestimmten Form wird diese Anforderung praktisch nicht anwendbar sein, zumal nicht alle der in der Rechnung ausgewiesenen thermohydraulischen Parameter während des Betriebes messtechnisch zugänglich sind. Ferner ist zu bedenken, dass die thermohydraulischen Kerneigenschaften wesentlich durch die Brennelementauslegung bestimmt sind. Die thermohydraulische Charakteristik der Brennelemente ist vor Einsatz im Reaktor bekannt und bedarf keiner zyklusspezifischen, messtechnischen Überprüfung bei laufender Anlage.	NEIN	Siehe vorhergehende Zeile.	
1074	4.2 (1)	Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen a) alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Kühlung der Brennelemente beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden können, sofern dies für die Ereignisbeherrschung erforderlich ist; b) im Zusammenwirken mit dem Kühlsystem und den Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte die Anforderungen an die Auslegung der Kernbauteile (siehe Ziffern 5.1 (3) bis 5.1 (5)) sowie die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.	JA	konsistente Anpassung an Ziffer 3.2 (1).	

~~Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 2 betrachteten Ereignissen werden~~
a) ~~alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Kühlung der Brennelemente beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden können, sofern dies für die Ereignisbeherrschung erforderlich ist;~~
b) ~~im Zusammenwirken mit dem Kühlsystem und den Maßnahmen bzw. Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der~~

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Kommentar: Angleichen an Ziffer 3.2 (1).			Leistung oder Leistungsdichte die Anforderungen an die Auslegung der Kernbauteile gemäß (siehe Ziffern 5.2 (1) (3) bis 5.1 (5)) sowie die für diese Sicherheitsebene 2 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.
1411	4.2 (1) b)	Kommentar: Siehe Kommentar zu 3.2 (1b) [DB-Nr. 1409].	JA	Siehe Änderungsvorschlag.	
1075	4.2 (1) b)	Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.	NEIN	Durch Streichung obsolet.	
159	4.2 (1) b)	Kommentar: Der Bezug auf 5.1 (3) bis 5.1 (5) sollte auf 5.1 (2) bis 5.1 (5) erweitert werden, da die Grundanforderungen in 5.1 (2) genannt werden.	JA	Siehe Änderungsvorschlag.	
1076	4.3 (1)	Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen a) alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Kühlung der Brennelemente beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden können, sofern dies für die Ereignisbeherrschung erforderlich ist; b) die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. Kommentar: Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.	JA	Durch Streichung obsolet. Angleichung an Ziffer 3.3 (1).	Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen werden a) — alle Änderungen der betrieblichen Parameter, die die Kühlung der Brennelemente beeinflussen, ausreichend schnell und zuverlässig detektiert werden können, sofern dies für die Ereignisbeherrschung erforderlich ist; b) — die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.
160	4.3 (2)	Modultext: Es ist sichergestellt, dass im Sumpfbetrieb die Wärmeabfuhr aus dem Kern nicht durch Materialeintrag unzulässig beeinträchtigt wird. Kommentar: Finden wir an dieser Stelle nicht unbedingt passend. Verschieben und verweisen?	JA	Die Ziffer 4.3 (2) ist eine ereignisbezogene Anforderung und der Sachverhalt ist entsprechend bereits in Modul 3 bzw. 10 angesprochen bzw. anzusprechen. Daher kann diese Ziffer in Modul 2 entfallen	Es ist sichergestellt, dass im Sumpfbetrieb die Wärmeabfuhr aus dem Kern nicht durch Materialeintrag unzulässig beeinträchtigt wird.
396 1157	4.3 (2)	Kommentar: Der Sumpfbetrieb hat nichts mit den Anforderungen an die thermohydraulische Kernausslegung zu tun. Es stellt sich die Frage, ob der Sumpfbetrieb in das übergeordnete Regelwerk gehört. Was hat denn das mit Kernausslegung zu tun?	JA		
1158	4.3 (2)	Kommentar: Die Ziffer 4.3(2) bezieht sich auf die gesicherte Notkühlung bei Ansaugung aus dem Sumpf und die Kühlung bei Eintrag von Material in den Kern. Die damit im Zusammenhang stehenden notwendigen Maßnahmen betreffen aber vornehmlich die konstruktive Gestaltung des Sumpfes bzw. der Kondensationskammer und weniger die Kernausslegung. Die derzeitige Formulierung deckt zudem die Belange des SWR nicht ab. Darüber hinaus werden Anforderungen de facto gleichen Inhaltes in M2 / 5.1(11) und 7.1(3) formuliert. Ziffer 4.3(2) kann deshalb entfallen.	JA		
560 1626	4.3 (2)	Kommentar: 1. Das ist ja vornehmlich eine Angelegenheit der Auslegung des Sumpfes (Siebe) und der eingesetzten Isoliermaterialien und weniger eine, die mit dem	NEIN	Streichung der Ziffer ist Ziel führend.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>Kern zu tun hat. Es steht also die Frage, ob dieser Punkt zur Kernauslegung gehört.</p> <p>2. Im Übrigen ist klar festzustellen, welcher Eintrag gemeint ist. In den Kern oder in den Sumpf? Falls der Kern gemeint ist, bleibt offen, wo und wie die Frage der über den Sieben entstehenden Druckverluste geregelt ist.</p> <p>3. SWR-Belange sind mit der Formulierung nicht ausreichend berücksichtigt.</p> <p>4. siehe außerdem 5.1(11)</p> <p>Änderungsvorschlag:</p> <p>1. Es ist sichergestellt, dass im Sumpfbetrieb die Wärmeabfuhr aus dem Kern nicht durch Materialeintrag in den Kern unzulässig beeinträchtigt wird. Oder</p> <p>2. Die Wärmeabfuhr aus dem Kern ist auch im Sumpfbetrieb (DWR), bzw. bei Umwälzung über die Kondensationskammer (SWR) gewährleistet. Oder</p> <p>3. Die Wärmeabfuhr aus dem Kern ist im Sumpfbetrieb (DWR), bzw. bei Umwälzung über die Kondensationskammer (SWR) auch dann gewährleistet, wenn Fremdmaterial (Isoliermaterial) in den Sumpf eingetragen wird.</p>			
397	4.4	<p>Modultext:</p> <p>Für die Sicherheitsebene 4 bestehen keine Anforderungen an die thermohydraulische Auslegung des Reaktorkerns, die über die in Abschnitt 3.4 genannten Anforderungen hinausgehen.</p> <p>Kommentar:</p> <p>Das würde für die anderen Sicherheitsebenen auch gelten.</p>	NEIN	Entbehrlichen Anforderungen sind u. E. keine enthalten.	
1077	5.1 (2)	<p>Modultext:</p> <p>Die Kernbauteile und der aus diesen Bauteilen jeweils aufgebaute Reaktorkern sind so ausgelegt und werden so betrieben, dass im gesamten Normalbetriebsbereich des Reaktors die Integrität und die anforderungsgerechte Funktionsfähigkeit der Kernbauteile bis zum Ende ihrer Einsatzzeit gegeben ist.</p> <p>Die Kompatibilität der Kernbauteile untereinander ist gegeben.</p> <p>Insbesondere ist sichergestellt, dass keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen bzw. Steuerstäben entstehen, die die mechanische Abschaltbarkeit und/oder die Kühlbarkeit des Kerns gefährden.</p> <p>Kommentar:</p> <p>Hier nach „Steuerelement“ „(DWR)“ und nach „Steuerstab“ „(SWR)“ einführen, dafür in Ziffer 5.1 (10) streichen.</p>	JA	<p>Die Integrität ist ein Teil der anforderungsgerechten Funktionsfähigkeit und ihre Nennung kann daher entfallen.</p> <p>Redaktionelle Anpassung.</p>	<p>Die Kernbauteile und der aus diesen Bauteilen jeweils aufgebauten Reaktorkerne sind so ausgelegt und werden so betrieben, dass im gesamten Normalbetriebsbereich des Reaktors die Integrität und die anforderungsgerechte Funktionsfähigkeit der Kernbauteile bis zum Ende ihrer Einsatzzeit <u>auslegungsgemäß</u> gegeben ist.</p> <p>Die Kompatibilität der Kernbauteile untereinander ist gegeben.</p> <p>Insbesondere ist sichergestellt, dass keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen <u>(DWR)</u> bzw. Steuerstäben <u>(SWR)</u> entstehen, die die mechanische Abschaltbarkeit und/oder die Kühlbarkeit des Kerns gefährden.</p>
1412	5.1 (2)	<p>Kommentar:</p> <p>Der in Rev. B eingefügte Zusatz „die Integrität“ kann fälschlicherweise so ausgelegt werden, dass einzelne Brennstabschäden (z.B. durch Fremdkörperfretting) ausgeschlossen werden.</p> <p>Würde der Team 2 Kommentar zu 5.1 (3): „Gegenstand von Kapitel 5 ist der Nachweisweg über die Auslegung von Kernbauteilen und einen auf die Auslegung abgestimmter Betrieb (z.B. Einhaltung von Leistungsgeschichten und zulässigen Druckdifferenzen).“ an den Anfang von Abschnitt 5.1 in den Regeltext übernommen, könnte dieses potentielle Missverständnis vermieden werden.</p>	NEIN	<p>Es wäre nicht Ziel führend an dieser Stelle (und damit auch an einer Vielzahl von anderen Stellen) erläuternde Hinweise zu Vermeidung von potenziellen Missverständnisse einzubauen (abgesehen davon, dass damit wahrscheinlich nicht alle potenziellen Missverständnisse erfasst werden würden).</p> <p>Das konkret angesprochene potenzielle Missverständnis, dass einzelne Brennstabschäden „ausgeschlossen werden“ müssten (bzw. nicht mehr zulässig sein könnten) wird u. E. übergeordnet ausreichend klar in Modul 1 Ziffer 2.2 (3) ausgeräumt: „Auf den Sicherheitsebenen 1</p>	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				und 2 sind neben den erforderlichen Rückhaltefunktionen zur Erfüllung der radiologischen Sicherheitsziele mindestens folgende Barrieren wirksam: (...)die Brennstabhüllrohre, abgesehen von zulässigen, betrieblich bedingten Hüllrohrschäden, (...)“	
161	5.1 (3a) 5.1 (3b)	<p>Modultext: Sofern der Nachweis der Brennstabintegrität mittels deterministischer Methoden geführt wird, sind zu den in Anhang 1 aufgeführten Anforderungen Auslegungsgrenzen, die brennstoff- bzw. werkstoffspezifisch sein können, festgelegt und eingehalten.</p> <p>Sofern der Nachweis der Brennstabintegrität mittels statistischer Methoden geführt wird, können alternativ zu den in 5.1 (3a) genannten Auslegungsgrenzen für in Anhang 1 aufgeführte Anforderungen Defektwahrscheinlichkeiten herangezogen werden. In diesem Fall sind Defektgrenzen und Defektwahrscheinlichkeiten bestimmt und die im Zuge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 auftretenden Einwirkungen geeignet berücksichtigt.</p> <p>Kommentar: Ersetzen von „Sofern der Nachweis der Brennstabintegrität mittels deterministischer Methoden geführt wird“ durch „Für die Brennstäbe“ sowie Konzentrierung der Anforderung in 5.1 (3b).</p>	JA	<p>Präzisierende Anpassungen.</p> <p>Die Streichung des „eingehalten“ begründete sich damit, dass die Einhaltung des nachzuweisenden Kriteriums in Ziffer 5.1 (7) geregelt ist.</p> <p>Die Streichung von „Defektgrenze“ begründet sich damit, dass der Bezug auf die Defektwahrscheinlichkeiten im übergeordneten Regelwerk ausreichend ist, da im Rahmen der Nachweissführung nur Defektwahrscheinlichkeiten benötigt werden. Die Defektgrenze ergibt sich aus der Verteilung der Defektwahrscheinlichkeit im Zusammenhang mit dem einzuhaltenden Nachweiskriterium.</p> <p>Einwirkungen der Sicherheitsebene 2 werden in 5.2 (1) behandelt.</p>	<p>Für die Brennstäbe Sofern der Nachweis der Brennstabintegrität mittels deterministischer Methoden geführt wird, sind zu den in Anhang 1 aufgeführten Anforderungen a) bis j) Auslegungsgrenzen, die brennstoff- bzw. werkstoffspezifisch sein können, festgelegt und eingehalten.</p> <p>Sofern der Nachweis der Brennstabintegrität mittels statistischer Methoden geführt wird, können a) Alternativ zu den in Ziffer 5.1 (3a) genannten Auslegungsgrenzen können für in Anhang 1 aufgeführte Anforderungen Defektwahrscheinlichkeiten herangezogen werden. In diesem Fall sind experimentell abgesicherte Defektgrenzen und Defektwahrscheinlichkeiten bestimmt werden. und die im Zuge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 auftretenden Einwirkungen geeignet berücksichtigt.</p>
161 1630	5.1 (3a) 5.1 (3b)	<p>Kommentar: "Deterministisch" verstehen wir so: Auslegungsgrenze + Unsicherheit <= Defektgrenze. "Statistisch" verstehen wir so: Auslegungsgrenze = Defektwahrscheinlichkeit 0, Defektgrenze = Defektwahrscheinlichkeit 1; In der Tendenz heißt das doch, dass damit die Grenze für die Auslegung Richtung Defektgrenze verschoben werden kann.</p>	NEIN	<p>Der Begriff „Auslegungsgrenze“ ist so zu verstehen, dass bei Einhaltung der Auslegungsgrenze Defekte nicht zu unterstellen sind. D. h. es besteht ein positiver, möglicherweise aber nicht genau quantifizierbarer Abstand zur „Defektgrenze“ (Definition s. u.). Diesen Abstand könnte man besser mit dem Begriff „Marge“ als mit „Unsicherheit“ beschreiben.</p> <p>Beim Konzept der Defektwahrscheinlichkeiten wird von der Wahrscheinlichkeit eines Brennstabdefekts in Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Parameter (z.B. Hüllrohrdehnung) ausgegangen. Die Defektgrenze ist dort, wo der Bereich einer nennenswerten – d.h. entsprechend zu definierenden – Defektwahrscheinlichkeit > 0 beginnt. Die Defektgrenze ist also nicht dort, wo der Bereich einer nennenswerten Defektwahrscheinlichkeit > 0 endet (was das Verständnis einer Defektwahrscheinlichkeit von 1 impliziert).</p> <p>Die Definition einer Auslegungsgrenze ist beim Konzept der Defektwahrscheinlichkeiten nicht erforderlich, da in der Auslegung direkt die Defektwahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von den ermittelten Parameterwerten herangezogen</p>	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				<p>werden und abschließend darüber z. B. der Erwartungswert für die Zahl der Defekte gebildet werden kann.</p> <p>Während also bei einer Auslegung über Auslegungsgrenzen lediglich ein möglicher großer (oder kleiner) Parameterwert ermittelt werden muss, bei dem sicher kein Defekt auftritt, erfordert das Konzept der Defektwahrscheinlichkeiten die Kenntnis der Defektwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom gesamten möglichen Parameterspektrum.</p> <p>Die Aussage, dass damit in der Tendenz die Grenze für die Auslegung Richtung Defektgrenze verschoben werden kann, trifft zu¹. Dies ist u. E. akzeptabel, da für den betroffenen Parameter experimentell abgesicherte Defektwahrscheinlichkeit verwendet werden müssen. Diese Vorgehensweise wird z.B. für die Hüllrohrkorrosion bereits seit vielen Jahren praktiziert. Um diesen Aspekt zu verdeutlichen schlagen wir als Änderungsvorschlag in Ziffer 5.1 (3b) die Ergänzung „experimentell abgesichert“ vor.</p>	
150 1631	5.1 (7)	<p>Modultext: Bei der Nachweisführung für die Brennstabintegrität ist gezeigt, dass, a) sofern der Nachweis mittels deterministischer Methoden geführt wird, kein Brennstab die Auslegungsgrenzen gemäß Ziffer 5.1 (3a) während seiner Einsatzzeit überschreitet. b) dass, sofern der Nachweis mittels statistischer Methoden geführt wird, der statistische Erwartungswert für die Zahl der Brennstäbe, die pro Zyklus im gesamten Kern als defekt zu erwarten sind, den Wert 1 nicht überschreitet.</p> <p>Kommentar: Durch Formulierung eines Erwartungswertes und den Bezug auf den Gesamtkern wird in 5.1 (7) b implizit eine Nachweismethode und ein Nachweiskriterium gebildet, das einen deutlichen Konservativitätsabbau gegenüber der deterministischen Nachweisführung bedeutet. Der Konservativitätsabbau ist</p>	Teilweise	<p>Die Methode b) kann in der Tat im direkten Vergleich gegenüber a) den Abbau von Margen bei der Brennstabauslegung bzw. die Zulässigkeit höherer Brennstableistungen / -belastungen bewirken. Konkret kann dies z. B. bedeuten, dass bei der Nachweismethode nach b) Leistungsgeschichten zulässig werden, die gemäß a) zu einer Verletzung der Auslegungsgrenzen einzelner Brennstäbe führen würden. Ursächlich hierfür ist, dass die beiden Methoden konzeptionell unterschiedlich sind².</p> <p>Die mit dem Methodenwechsel möglicherweise</p>	<p>Bei der Nachweisführungen für die Brennstabintegrität ist gezeigt, dass <u>die in Anhang 1 aufgeführten Auslegungsanforderungen eingehalten werden. Es ist gezeigt, dass,</u></p> <p>a) sofern der Nachweise mittels deterministischer Methoden geführt <u>werden</u>, kein Brennstab die Auslegungsgrenzen gemäß Ziffer 5.1 (3a) während seiner Einsatzzeit überschreitet.</p> <p>b) dass, sofern der Nachweise mittels statistischer Methoden geführt <u>werden, die Wahrscheinlichkeit dafür, dass höchstens ein</u></p>

¹ Dazu ein Beispiel: Es werden Langzeitrechnungen zur Dehnung des Hüllrohres im Rahmen der statistischen BS Auslegung durchgeführt. Das Auslegungskriterium sei die plastische Vergleichsdehnung im Zugbereich.

Über Auslegungsgrenze

Als Auslegungsgrenze werde ein Wert von 2,5 % herangezogen. Um die Anforderung „Erwartungswert für BS Schäden ≤ 1 (1-Brennstab Quantil) einzuhalten, dürfen bei N Rechnungen (N entspricht dem Stichprobenumfang) maximal n Überschreitungen der Auslegungsgrenze auftreten, da bei deren Überschreitung ein BS Defekt unterstellt werden muss (auch bei z. B. 2,51 % - die o. g. Marge ist ja unbekannt).

Über Defektwahrscheinlichkeit

Hier können nun im Prinzip beliebig viele einzelne Überschreitungen des Zahlenwerts von 2,5 % auftreten, solange der Erwartungswert für einen Brennstabschaden insgesamt < 1 bleibt. Voraussetzung dafür ist lediglich, dass die einzelnen Überschreitungen des Wert von 2,5 % nicht so groß sind, dass signifikante Defektwahrscheinlichkeiten vorliegen.

² Bei der Methode a) werden für das jeweilige Auslegungskriterium ungünstige Eingangsparameter der Auslegungsrechnung und abdeckende Leistungsgeschichten kombiniert (unabhängig von der Wahrscheinlichkeit, dass sie gleichzeitig auftreten), während in b) jeder Parameterwert mit einer Wahrscheinlichkeit, die sich aus der angesetzten Wahrscheinlichkeitsverteilung der Parameterwerte ergibt, „gewichtet“ wird. Die in a) angesetzte ungünstige Kombination, die im Rahmen der Methode a) zu einer Verletzung des Nachweiskriteriums führen würde, kann eine so geringe Wahrscheinlichkeit aufweisen, dass diese Kombination in der Gesamtzahl N der Auslegungsrechnungen zu b) nicht realisiert wird. Bei der Methode b) würde dann keine Verletzung des Auslegungskriteriums ermittelt.

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>nicht mit einer besseren Kenntnis der Unsicherheiten begründet, sondern ergibt sich daraus, dass die Anzahl der probabilistischen Rechnungen zu gering ist (ca. 3 Rechnungen pro Brennstab sind zur Abdeckung der gesamten Unsicherheitsbandbreite deutlich zu wenig). Die bisherige (deterministische) Brennstabauslegung erfordert hingegen für jeden Brennstab im Kern (oder abdeckend für eine Teilmenge) den Nachweis der Einhaltung der Auslegungskriterien unter Berücksichtigung von abdeckenden Unsicherheiten, die sich aus der Validierung der Analyseverfahren ergeben (analog zu Modul 6, 3.3 (2)). Beide Nachweismethoden sind also nicht gleichwertig, d. h. sie führen zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen. Die in Modul 6, 3.3 formulierten Anforderungen an die Behandlung von Unsicherheiten gelten grundsätzlich auch für Brennstäbe. Eine Sonderregelung für Brennstäbe ist sachlich nicht gerechtfertigt und führt zu den o. g. Inkonsistenzen.</p> <p>Vorschlag: Unter 5.1 (7) b sollte nur auf die allgemeinen Anforderungen an die Nachweisführung in Modul 6, 3.3 verwiesen werden, allerdings unter Hinweis darauf, dass – wie auch bei der deterministischen Nachweisführung – die Einhaltung der Kriterien für jeden Brennstab im Kern nachzuweisen ist.</p>		<p>einhergehende Verringerung von Margen darf jedoch nicht soweit gehen, dass die übergeordnete Zielsetzung (kein auslegungsbedingter Brennstabdefekt während des Normalbetriebs) nicht erreicht wird.</p> <p>Gegenüber Rev. B wird auch hier nunmehr der Bezug auf den gemäß Modul 6 generell geforderten Nachweisansatz (95 % Wahrscheinlichkeit bei 95 % statistischer Sicherheit) hergestellt.</p>	<p><u>Brennstab pro Zyklus die Auslegungsgrenzen gemäß Ziffer 5.1 (3a) überschreitet, mindestens 95 % beträgt, bei einer statistischen Sicherheit von mindestens 95%</u></p> <p><u>Bei Verwendung von Defektwahrscheinlichkeiten gemäß Ziffer 5.1 (3b) ist gezeigt, dass die Wahrscheinlichkeit dafür, dass kein Brennstab pro Zyklus defekt wird, mindestens 95 % beträgt, bei einer statistischen Sicherheit von mindestens 95%.</u> der statistische Erwartungswert für die Zahl der Brennstäbe, die pro Zyklus im gesamten Kern als defekt zu erwarten sind, den Wert 1 nicht überschreitet.</p> <p><u>Hinweis: Siehe hierzu auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Nachweisführungen und Dokumentation“ (Modul 6) Ziffern 3.3 (3) und 3.3 (4).</u></p>
398	5.1 (7)	Kommentar: Wdhg 5.1 (3)	Teilweise	Keine Wiederholung von 5.1 (3), insbesondere nach den Änderungsvorschlägen in 5.1 (3).	
1078	5.1 (7)	Kommentar: Redaktionelle Anpassungen.	JA	Siehe oben.	
561	5.1 (7b)	Kommentar: Verweis anbringen, woher diese Zahl von 1/ Zyklus kommt! Änderungsvorschlag: z.B. Fußnote anbringen	NEIN	Quellenverweise im Regelwerk wären u. E. nicht Ziel führend. Die Quelle ist hier die entsprechende RSK Stellungnahme.	
162	5.1 (8)	<p>Modultext: Brennstabschäden infolge mechanisch-chemischer Wechselwirkungen zwischen Brennstoff und Hüllrohr (PCI/SCC) werden durch die Brennstabauslegung und durch einen geeigneten Betrieb des Reaktorkerns vermieden.</p> <p>Kommentar: PCI ist ein Schadensmechanismus, wie alle anderen im Anhang 1 genannten auch. Eine besondere Nennung im Haupttext ist daher ungleichgewichtig. Sollte es nicht besser heißen, dass PCI durch "BS-Auslegung oder (evtl. auch und/oder) durch einen geeigneten Reaktorbetrieb" vermieden wird? Bei heutigen Auslegungen mit Innenliner (SWR-BE) sind doch praktisch keine Einschränkungen mehr (BE-Schonprogramm kaum mehr notwendig).</p> <p>Vorschlag: Hier streichen und im Anhang 1 aufnehmen.</p>	JA	<p>Hinsichtlich des Vorschlags die Formulierung „und/oder“ zu verwenden: Auch bei Linerhüllrohren sind nicht beliebig hohe Rampen zulässig. Allerdings können die zulässigen Leistungszunahmen und Endleistungen so hoch sein, dass sie im Rahmen der konkreten Kernausslegung nicht erreicht werden können. Daher ist und / oder angemessen (siehe Änderungsvorschlag in Anhang 1).</p> <p>Verlagerung in Anhang 1 ist dem Detaillierungsgrad dieser Ziffer entsprechend.</p>	<p>5.1 (8) Brennstabschäden infolge mechanisch-chemischer Wechselwirkungen zwischen Brennstoff und Hüllrohr (PCI/SCC) werden durch die Brennstabauslegung und durch einen geeigneten Betrieb des Reaktorkerns vermieden.</p>
1160	5.1 (8)	Kommentar: Unter Ziffer 5.1(8) wird explizit auf Brennstabschäden in Folge Pellet-Cladding-Interaction (PCI) eingegangen. Dadurch wird dem Phänomen PCI eine Bedeutung beigemessen, das es nach den Verbesserungen im Brennelementdesign in den vergangenen Jahren nicht mehr hat. Insofern sollte 5.1(8) allgemein darauf verweisen, dass Brennstabschäden, unabhängig welcher Art, durch die Brennelementauslegung und geeigneten Reaktorbe-	JA		

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		trieb zu vermeiden sind. Der Hinweis auf PCI und SCC sollte in Anhang 1 aufgenommen werden.			
1413	5.1 (8)	Kommentar: Es ist nicht ersichtlich, warum PCI im Gegensatz zu anderen Auslegungsanforderungen (Anhang 1) im Regeltext explizit herausgestellt wird. Vorschlag: Absatz streichen und in Anhang 1 integrieren	JA		
1159	5.1 (8)	Kommentar: Die RSK war in einem weiteren K2-Kommentar zu Anforderungen an die mechanische Auslegung unter Modul 2, Rev. A, 5.2 (1) auf die Zulässigkeit von Pellet-Cladding-Interaction (PCI)-Schäden eingegangen. Sie hatte darauf hingewiesen, dass PCI-Schäden zwar seit etwa 10 Jahren nicht mehr aufgetreten seien, dass sie aber dennoch bei länger anstehenden Transienten nicht auszuschließen seien. Zum einen ist die genaue Zielrichtung dieses Kommentars nicht aufzulösen, zum anderen ist der synoptischen Darstellung nicht zu entnehmen, wie das Team mit diesem Kommentar umgegangen ist. Deshalb sollte das Team herausstellen, ob und wie dieser Kommentar umgesetzt wurde.	NEIN	Die Vermeidung von PCI Schäden ist nach wie vor bei der Auslegung zu berücksichtigen (siehe Ziffer 5.1 (8) bzw. Anhang 1 neu).	
562 1632	5.1 (9)	Modultext: Die Brennelemente sind so ausgelegt, dass Inspektionen an Brennstäben und der Brennelement-Struktur möglich sind. Kommentar: 1. Ohne Spezifikation, welche Art der Inspektion gemeint ist, läuft diese Forderung entweder ins Leere oder sie kann überdehnt werden. Die Forderung ist zu wenig bestimmt. Eine Integritätsprüfung ist bei bestrahlten Brennelementen praktisch immer über Aktivitätsmessungen im Wasser möglich, optische Prüfungen oder gar die Messung von Oxidschichtdicken stellen dagegen ganz andere Anforderungen. 2. Aus welcher konkreten Betriebserfahrung resultiert diese Anforderung? Änderungsvorschlag: Konkretisieren oder streichen	Teilweise	Es werden regelmäßig betriebsbegleitende Prüfungen durchgeführt, Prüfumfang und -gegenstände sind z.T. Bestandteil von BE Genehmigungen. Beispiele: Messungen der Oxidschichtdicke, Inspektion von Frettingmarken, Messung des Brennstablängenwachstum. Messungen dienen der Kontrolle des auslegungsgemäßen Verhaltens der BS und BE (Quelle: siehe NS-R-1 6.9). Klarstellende Präzisierung.	5.1 (89) Die Brennelemente sind so ausgelegt, dass Inspektionen an Brennstäben und der Brennelement-Struktur <u>hinsichtlich des anforderungsgerechten Betriebsverhaltens</u> möglich sind.
163	5.1 (9)	Kommentar: Was heißt das in Konsequenz für den Fall eines SWR-BE bei dem nach einer Einsatzzeit der BE-Kasten nicht mehr abgezogen werden kann? In KKP1 lag ein solcher Fall vor. Ist dann ein Weitereinsatz (nach Sicherheitsbewertung) noch möglich?	NEIN	Die Auslegungsanforderung nach Inspizierbarkeit ist u. E. zu stellen. Über das Vorgehen, sofern durch Störungen diese Inspizierbarkeit eingeschränkt oder nicht mehr möglich ist, werden hier keine Vorgaben gemacht. Dies ist im Einzelfall (nach Sicherheitsbewertung) der behördlichen Entscheidung vorbehalten.	
164	5.1 (10)	Modultext: Es sind Prüfungen der Brennelemente sowie der Steuerelemente (DWR) bzw. Steuerstäbe (SWR) im Hinblick auf ihre anforderungsgerechte Funktionsfähigkeit und das Auftreten von Schäden vorgesehen. Kommentar: Hier wird der Begriff „auslegungsgerechtes Betriebsverhalten“ erwartet. Beispiel Korrosion: Rechnung 10 µ, Messung 50 µ. Das wäre doch ein echtes Problem und sollte m. E. verfolgt werden, bevor die „auslegungsgerechte Funktionstüchtigkeit“ beeinträchtigt wird.	JA	Präzisierung.	5.1 (940) Es <u>werden sind</u> Prüfungen der Brennelemente sowie der Steuerelemente (DWR) bzw. Steuerstäbe (SWR) im Hinblick auf ihre anforderungsgerechte <u>Betriebsverhalten durchgeführt. Funktionsfähigkeit und das Auftreten von Schäden vorgesehen.</u>
1079	5.1 (10)	Kommentar: Hier „(DWR)“ und „(SWR)“ nach Einführung in Ziffer 5.1 (2) streichen.	JA	Konsistenter redaktioneller Hinweis, Umsetzung siehe vorhergehende Zeile.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
563 1633	5.1 (11)	<p>Modultext: Die konstruktive Ausführung der Brennelemente stellt sicher, dass eine Beeinträchtigung der Abschaltbarkeit des Kerns und der Brennelementkühlung durch Verunreinigungen oder lose Teile im Kühlmittel vermieden wird (siehe auch Ziffer 7.1 (3)).</p> <p>Kommentar: Dies ist nicht nur eine Frage der Brennelemente, sondern eine Frage der RDB-Einbauten insgesamt: UKG OKG, Siebtonne, Steuerstäbe. Ganz wird man dies aber nicht ausschließen können, deshalb sind ja Monitoringsysteme für lose Teile eingeführt worden. Insofern geht die Forderung an der Realität vorbei.</p> <p>Änderungsvorschlag: Die konstruktive Ausführung der Brennelemente stellt im Zusammenwirken mit anderen Kern- und RDB-Einbauten sicher, dass eine Beeinträchtigung der Abschaltbarkeit des Kerns und der Brennelementkühlung durch Verunreinigungen oder lose Teile im Kühlmittel vermieden wird (siehe auch Ziffer 7.1 (3)). bzw. Durch die konstruktive Ausführung der Brennelemente wird stellt im Zusammenwirken mit anderen Kern- und RDB-Einbauten sicher vermieden, dass eine Beeinträchtigung die Abschaltbarkeit des Kerns und der Brennelementkühlung durch Verunreinigungen oder lose Teile im Kühlmittel unzulässig beeinträchtigt vermieden wird (siehe auch Ziffer 7.1 (3)).</p>	JA	Der Einwand ist richtig in Bezug auf die Verunreinigungen. Diese sind in der folgenden Ziffer angesprochen und sollten hier entfallen. Die Regelungen im Hinblick auf lose Teile kann u. E. im übergeordneten Regelwerk an dieser Stelle entfallen. Ziffer 7.1 (3) bleibt unberührt.	5.1 (11) Die konstruktive Ausführung der Brennelemente stellt sicher, dass eine Beeinträchtigung der Abschaltbarkeit des Kerns und der Brennelementkühlung durch Verunreinigungen oder lose Teile im Kühlmittel vermieden wird (siehe auch Ziffer 7.1 (3)).
1414	5.1 (11)	<p>Kommentar: Die konstruktive Ausführung der Brennelemente <u>allein</u> kann dies nicht sicherstellen. Dies kann nur in Verbindung mit weiteren betrieblichen Maßnahmen erreicht werden.</p>	JA	Betriebliche Maßnahmen zielen auf Verunreinigungen im Kühlmittel ab. Diese werden nunmehr ausschließlich in der folgenden Ziffer angesprochen.	
1161	5.1 (11)	<p>Kommentar: Außerdem ist zu prüfen, ob die Zuordnung von 5.1(11) zur SE1 sachgerecht ist. 5.1(11) ist ferner dahingehend zu überarbeiten, dass die Rückhaltung von Verunreinigungen und losen Teilen auch konstruktive Anforderungen an andere Kern- und RDB-Einbauten im Zusammenwirken mit den Brennelementen stellt.</p>	Teilweise	Das anforderungsgerechte Vorhandensein der angesprochenen Maßnahmen bzw. Einrichtungen ist Bestandteil des Normalbetriebs.	
165	5.1 (12)	<p>Modultext: Der Reaktorkern und die Kühlsysteme werden so betrieben, dass unzulässige Ablagerungen von Partikeln und Korrosionsprodukten (bspw. Crud oder reaktivitätsrelevante borhaltige Ablagerungen) auf den Brennelementen und anderen freien Oberflächen vermieden werden.</p> <p>Kommentar: Heißt diese Forderung, dass quasi ein Debris-Filter im BE-Fuß eingebaut werden muss?</p>	Teilweise	<p>Diese Anforderung zielt nicht auf einen „Debris-Filter“ ab, sondern auf ein geeignetes Zusammenspiel der Kühlmittelchemie und der verwendeten Werkstoffe.</p> <p>Die Anforderung sollte sich auf die Kernausslegung beschränken, somit auf das Zusammenspiel der Werkstoffauswahl mit der Kühlmittelchemie konkretisieren.</p>	
1415	5.1 (12)	<p>Kommentar: Keine Anforderung an die mechanische Auslegung. Vorschlag: Absatz streichen</p>	Teilweise	Dies ist insofern auch eine Anforderung an die mechanische Auslegung, als chemische Wechselwirkungen zwischen den im Reaktorkern verwendeten Werkstoffen und der Kühlmittel-	<p>5.1 (10²) Die im Reaktorkern <u>eingesetzten Werkstoffe sind kompatibel mit der Wasserchemie des Reaktorkühlmittels, so und die Kühlsysteme werden so betrieben</u>, dass unzulässige <u>Veränderungen der Ablagerungen von Partikeln und Korrosionsprodukten (bspw. Crud oder reaktivitätsrelevante borhaltige Ablagerungen) auf den Brennelementen und anderen freien Oberflächen im Reaktorkern infolge Korrosion und Ablagerungen</u> vermieden werden.</p>

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				chemie zu berücksichtigen sind. Zudem erscheint es als am besten geeignet, diese Schnittstelle zwischen der Kernausslegung und der Kühlmittelchemie in Modul 2 anzusprechen.	
1299 b	5.1 (12)	Kommentar: Es ist nicht immer erkennbar, warum einige Schadensmechanismen z. B. PCI oder Crud (Modul 2 Kap. 5.1 (12)) gesondert erwähnt werden, andere jedoch nicht.	Teilweise	Zu PCI: siehe Antwort zu Kommentar Nr. 1160. Zu Crud: siehe Antwort zu Kommentar Nr. 1415	
166 1634	5.2 (1)	Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit und Handhabbarkeit der Brennelemente sowie der Steuerelemente (DWR) bzw. Steuerstäbe (SWR) bis zum Ende ihrer geplanten Einsatzzeit erhalten bleibt. Die Auslegungsgrenzen gemäß den Ziffern 5.1 (3a), 5.1 (4) bis 5.1 (6) sowie die für die Sicherheitsebene 2 geltenden Nachweiskriterien werden eingehalten. Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen bzw. Steuerstäben entstehen, die die mechanische Abschaltbarkeit und/oder die Kühlbarkeit des Kerns gefährden. Kommentar: Der Bezug auf 5.1 (3a), 5.1 (4) bis 5.1 (5) sollte auf 5.1 (2) bis 5.1 (5) geändert werden, da die Grundanforderungen in 5.1 (2) genannt werden	JA	Die Grundanforderung auf der Sicherheitsebene 2 ist die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit. Voraussetzung dafür ist, dass die Auslegungsgrenzen für Brennelement-Struktur und Steuerstäbe/-elemente sowie die von der Methode abhängigen Anforderungen an die Nachweise zur Brennstabilität (Ziffer 5.1 (7)) nicht nur im Normalbetrieb sondern auch bei Transienten eingehalten werden. Der Bezug muss daher lauten: 5.1 (4) und 5.1 (5) sowie die Anforderungen der Ziffer 5.1 (7). Die allgemeinen Anforderungen des Normalbetriebs (Ziffer 5.1 (2)) sollten hingegen nicht wiederholt werden.	Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 bleibt die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit und Handhabbarkeit der Brennelemente sowie der Steuerelemente (DWR) bzw. Steuerstäbe (SWR) bis zum Ende ihrer geplanten Einsatzzeit erhalten bleibt . Die Auslegungsgrenzen gemäß den Ziffern 5.1 (3a), 5.1 (4) und bis 5.1 (5) sowie die <u>Anforderungen der Ziffer 5.1 (7) für die Sicherheitsebene 2</u> geltenden Nachweiskriterien werden eingehalten. Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen bzw. Steuerstäben entstehen, die die mechanische Abschaltbarkeit und/oder die Kühlbarkeit des Kerns gefährden.
1163 1634	5.2 (1)	Kommentar: 5.1(3a): Inkonsistent/falsch.	NEIN	Kommentar nicht verständlich.	
1162 1634	5.2 (1)	Kommentar: „geplanten Einsatzzeit“: Roter Faden problematisch	JA	Durch Streichung erledigt.	
564 1634	5.2 (1)	Kommentar: Wieso, ist bei austauschbaren Komponenten die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit zu fordern? Änderungsvorschlag: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei Ereignissen der Sicherheitsebene 2 die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit und Handhabbarkeit der Brennelemente sowie der Steuerelemente (DWR) bzw. Steuerstäbe (SWR) bis zum Ende ihrer geplanten Einsatzzeit erhalten bleibt. Die die Auslegungsgrenzen gemäß den Ziffern ...	NEIN	Die Aufgabe des Nachweises der „uneingeschränkten Weiterverwendbarkeit“ ist es sicherzustellen, dass bei den zu erwartenden Betriebs transienten der Normalbetrieb der Anlage ohne zusätzliche Nachweise, ob ereignisbedingte Betriebseinschränkungen erforderlich sein könnten, weitergeführt werden kann. Dieser Sachverhalt wird mit dem Begriff der „uneingeschränkten Weiterverwendbarkeit“ umschrieben und ist in der Praxis der aufsichtlichen Tätigkeiten von erheblicher Bedeutung.	
1165	5.2 (1)	Kommentar: In Modul 2, Rev. B, 5.2 (1) wird gefordert, dass nach allen Ereignissen der SE 2 die uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit und Handhabbarkeit aller Brennelemente und Steuerelemente bis zum Ende ihrer geplanten Einsatzzeit erhalten bleiben müsse. Mit Blick auf die Tatsache, dass bspw. bei den oben genannten länger anstehenden Transienten PCI-Schäden nicht ausgeschlos-	NEIN	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 564. Zudem gilt der Auslegungsansatz der „uneingeschränkten Weiterverwendbarkeit“ unabhängig davon, ob es (bei Fehlern in der Auslegung oder der Betriebsweise) bspw. zu PCI Schäden kommen kann (so wie es auch zu Frettingschäden kom-	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		sen werden können und dass es sich bei den Brennelementen und Steuer-elementen um austauschbare Komponenten handelt, scheint die Forderung der uneingeschränkten Weiterverwendbarkeit für die gesamte geplante Ein-satzzeit unangemessen. Statt dessen sollte gefordert werden, dass der Reak-torkern so ausgelegt und so betrieben werden müsse, dass bei den Ereignis-sen der SE 2 die Weiterverwendbarkeit und Handhabbarkeit der Brennele-mente und Steuerelemente erhalten bleibt.		men kann, trotz der Nachweisführung). Der Ansatz besteht auch unabhängig davon, ob es sich um eine austauschbare Komponente han-delt.	
1416	5.2 (1)	Kommentar: Die unter 5.1 (3b) beschriebene statistische Auslegung ist sinnvoll in diesen Abschnitt zu integrieren bzw. zu referenzieren.	Teil-weise	Durch die (ergänzte) Bezugnahme auf Ziffer 5.1 (7) sind statistische Nachweismethoden auch hier eingeführt.	
399	5.2 (1)	Kommentar: Warum ist hier nicht 5.1 (3b) zulässig?	Teil-weise	Siehe Antwort auf vorhergehenden Kommentar.	
1164	5.2 (1)	Kommentar: Erhöhung der Anforderungen: Der Nachweis der Brennstabintegrität mittels statistischer Methoden ist für Betriebstransienten (Sicherheitsebene 2) nicht mehr zugelassen – Gegensatz zur bisherigen Genehmigungspraxis	Teil-weise	Siehe Antwort auf vorhergehenden Kommentar.	
1450	5.3 (1)	Modultext: Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass bei den auf der Sicherheitsebene 3 betrachteten Ereignissen die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien ein-gehalten werden. Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheits-ebene 3 keine Verformungen an den Brennstäben, der Brennelement-Struktur, den Steuerelementen bzw. Steuerstäben entstehen, die - die mechanische Abschaltbarkeit (beim großen Leckstörfall beim DWR die dauerhafte Abschaltbarkeit) und/oder - die Kühlbarkeit des Kerns gefährden. Kommentar: Angleichen an 4.3 (1).	JA	Anpassung an 3.3 (1) bzw. 4.3 (1).	Der Reaktorkern ist so ausgelegt und wird so betrieben, dass b Bei den auf der Sicherheits-ebene 3 betrachteten Ereignissen werden die für diese Sicherheitsebene geltenden sicherheits-technischen Nachweisziele und Nachweiskrite-rien eingehalten werden . Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 3 keine Ver-formungen an den Brennstäben, der Brennele-ment-Struktur, den Steuerelementen bzw. Steu-erstäben entstehen, die - die mechanische Abschaltbarkeit (beim großen Leckstörfall beim DWR die dauerhaf-te Abschaltbarkeit) und/oder - die Kühlbarkeit des Kerns gefährden.
400	5.3 (2)	Kommentar: Wiederholung 5.3 (1)	NEIN	Ziffer 5.3 (1) spricht die im Ablauf des Störfalls relevanten Prozesse an, Ziffer 5.3 (2) hingegen die Vorbelastungen der Kernbauteile durch den bestimmungsgemäßen Betrieb und dadurch bedingte Änderungen von Materialeigenschaften und Komponentenzuständen (z. B. Versprödung von Bauteilen durch Wasserstoffaufnahme, Innendruckaufbau im Brennstab), die bei der Auslegung im Hinblick auf das Störfallverhalten zu berücksichtigen sind.	
401	5.4	Modultext: Sicherheitsebene 4 Für die Sicherheitsebene 4 bestehen keine Anforderungen an die mechani-sche Auslegung des Reaktorkerns, die über die in Abschnitt 3.4 genannten Anforderungen hinausgehen. Kommentar:	NEIN	Entbehrlichen Anforderungen sind u. E. keine enthalten.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1080	6.1 (1) a)	Das würde für die anderen Sicherheitsebenen auch gelten Modultext: Der Betrieb des Reaktorkerns wird wie folgt überwacht: a) Alle betrieblichen Parameter, die die Reaktivität, die Reaktorleistung, die lokale Leistungsdichte und die Kühlung der Brennelemente hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien wesentlich beeinflussen, werden in Abhängigkeit vom Betriebszustand und von der Parameteränderungsgeschwindigkeit kontinuierlich, periodisch oder zustandsbezogen in ausreichender räumlicher Auflösung zuverlässig überwacht. Kommentar: Mit dieser Formulierung wird die Leistung selbst nicht überwacht.	JA	Die Änderung im Hinblick auf die Leistung stellt eine richtige Präzisierung dar. Die zweite Änderung fasst die Anforderung allgemeiner, was dem erforderlichen Detaillierungsgrad von Modul 2 besser entspricht.	Der Betrieb des Reaktorkerns wird wie folgt überwacht: a) <u>Die Leistung und die Leistungsdichte sowie alle Sicherheitsvariablen, Alle betrieblichen Parameter, die für die Reaktivität, die Reaktorleistung, die lokale Leistungsdichte und die Kühlung der Brennelemente hinsichtlich der Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien wesentlich beeinflussen, werden im erforderlichen Umfang zeitlich und räumlich in Abhängigkeit vom Betriebszustand und von der Parameteränderungsgeschwindigkeit kontinuierlich, periodisch oder zustandsbezogen in ausreichender räumlicher Auflösung zuverlässig überwacht.</u>
59 167	6.1 (1) a)	Kommentar: Klärung der Bedeutung von "zustandsbezogen"	JA		
1451	6.1 (1) a)	Kommentar: Der Bezug auf die Auslegungsgrenzen fehlt (siehe Kommentar Nr. 1138).	Teilweise	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 1449 (zu Modulziffer 4.1 (1)).	
402	6.1 (1) a)	Kommentar: Wiederholung s. Kap. 3 und 4.	NEIN	In Kap. 3 und 4 wird gefordert, dass Auslegung und Betrieb des Reaktorkerns so erfolgen, dass die relevanten Parameter überwacht werden können. Es sind somit die Voraussetzungen für eine geeignete Überwachung berührt. In Kap. 6 werden die Überwachung selbst gefordert und die Anforderungen an die zugehörigen Einrichtungen behandelt. Als Beispiel zur Erläuterung können Überlegungen im Rahmen der neutronischen Auslegung von SWR BE mit teillangen Brennstäben dienen. Hierbei wurde untersucht, inwieweit die räumliche Überwachung des Neutronenflusses und damit die lokale Leistungsüberwachung für das BE bzw. damit aufgebaute Kerne im Rahmen der vorhandenen Überwachungseinrichtungen gewährleistet ist. Dies beträfe die Regelung in Ziffer 3.1 (4a) und wäre etwas anderes als die Überwachung während des Betriebs.	
403	6.1 (1) b)	Modultext: Die räumliche Auflösung der Überwachung, sowie die Empfindlichkeit und konstruktive Ausführung der Überwachungseinrichtungen gewährleisten bei jedem Betriebszustand der Anlage sowie bei den Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4a die jeweils erforderlichen Funktionen der Regelungs-, Begrenzungs- und Sicherheitseinrichtungen Kommentar: In dieser umfassenden Pauschalität ist diese Anforderung wenig anwendbar.	NEIN	Die Anforderung formuliert übergeordnet, dass die Einrichtungen je nach Anforderungsprofil ausreichend wirksam sein müssen. Die jeweilige Umsetzung erfolgt in Abhängigkeit vom Reaktortyp anlagenspezifisch. Detailregelungen sind auf KTA Ebene zu treffen und werden dort auch getroffen (z. B. im Rahmen der KTA 3103 und 3501).	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
565	6.1 (1) b)	Modultext: ... sowie bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 bis 4a.... Kommentar: 6.1 betrifft die Sicherheitsebene 1 Änderungsvorschlag: ... sowie bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 bis 4a....	NEIN	So wie es zu einem ordnungsgemäßen Normalbetrieb gehört, dass die Sicherheitseinrichtungen (bspw. die Notkühleinrichtungen) während des Normalbetriebs verfügbar sind (auch wenn diese hier nicht benötigt werden), so ist es Bestandteil des Normalbetriebs, dass die Überwachungsvorkehrungen gegen Störfälle realisiert und damit verfügbar sind.	
1062 b	6.1 (1) d)	Modultext: Es ist sichergestellt, dass mittels der direkt gemessenen Größen auch die abgeleiteten sicherheitsrelevanten Parameter zuverlässig bestimmt werden können. Kommentar: Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngrößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.	JA	Vereinheitlichung der Begrifflichkeiten.	d) Es ist sichergestellt, dass mittels der direkt gemessenen <u>Prozessvariablen</u> Größen auch die abgeleiteten <u>Sicherheitsvariablen</u> sicherheitsrelevanten Parameter zuverlässig bestimmt werden können.
1081 556 1147 388 1155	6.1 (1) e) neu	Kommentar: Verlagerung der Ziffer 3.1 (4) e) hierher.	JA	Ersetzt die Ziffern 3.1 (4) e) und 4.1 (2) b).	<u>e) Es ist sichergestellt, dass diejenigen Sicherheitsvariablen des Reaktorkerns, die Einfluss auf die Nachweisführungen auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a haben, innerhalb der Bandbreiten gehalten werden, für die die Beherrschung der Ereignisse dieser Sicherheitsebenen nachgewiesen ist.</u>
		Modultext: Hinweis: Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Leittechnik (Teil 1)“ (Modul 5) Abschnitt 3.		Hinweis ist entbehrlich.	Hinweis: Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Leittechnik (Teil 1)“ (Modul 5) Abschnitt 3.
1417	6.1 (2)	Modultext: Es ist eine zuverlässige und stabile Leistungsregelung vorhanden, mit der die im Normalbetrieb möglichen Änderungen in den reaktivitätswirksamen Parametern so beeinflusst werden können, dass die nuklearen, thermohydraulischen und mechanischen Auslegungsanforderungen (gemäß Abschnitten 3.1, 4.1 und 5.1) erfüllt werden. Kommentar: Siehe Kommentar zu 3.1 (4b) [DB-Nr. 1407]	JA	Anpassung an Ziffer 3.1 (4).	<u>Leistung und Leistungsdichte werden innerhalb zulässiger Grenzen gehalten, so dass auch unter Berücksichtigung der</u> Es ist eine zuverlässige und stabile Leistungsregelung vorhanden, mit der die im Normalbetrieb möglichen Änderungen in den reaktivitätswirksamen Parametern so beeinflusst werden können, dass die nuklearen, thermohydraulischen und mechanischen Auslegungsanforderungen (gemäß Abschnitten 3.1, 4.1 und 5.1) erfüllt werden.
566	6.1 (2)	Kommentar: 1. Was ist eine stabile Leistungsregelung? Gemeint ist wohl eine Regelung, die die Leistung stabil, d.h. ohne Überschwinger regelt. 2. Zu diesen Parametern gehört auch der Abbrand; seine Reaktivitätswirksamkeit wird aber nicht beeinflusst, sondern sie wird ausgeglichen. Änderungsvorschlag: Es ist eine zuverlässige und stabile Leistungsregelung vorhanden, mit der die im Normalbetrieb möglichen Änderungen in den reaktivitätswirksamen Parametern so beeinflusst ausgeglichen werden können, dass ...	JA		
404	6.1 (2)	Kommentar: Wiederholung	NEIN	Diese Ziffer formuliert Anforderungen an die Auslegung der Regel-, Begrenzungs- und Abschaltvorrichtungen wohingegen an anderen Stellen in den Abschnitten 3, 4 und 5 Anforde-	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				rungen an die nukleare, thermohydraulische oder mechanische des Kerns formuliert werden. Sofern gleich lautende Sachverhalte angesprochen sind, werden daher jedoch verschiedene Komponenten bzw. Auslegungsbereiche angesprochen. Wiederholungen im Sinne überflüssiger Anforderungen liegen damit u. E. nicht vor.	
405	6.1 (3)	Modultext: Bei der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sind alle mechanischen, thermischen, chemischen und durch Strahlung hervorgerufenen Einwirkungen berücksichtigt, die während des Betriebs der Anlage bzw. bei Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen, deren Funktion zur Ereignisbeherrschung auf den Sicherheitsebenen 2 bis 4a erforderlich ist, auch unter den jeweiligen Ereignisbedingungen auftreten können. Kommentar: In dieser umfassenden Pauschalität ist diese Anforderung wenig anwendbar.	NEIN	Die Anforderung formuliert übergeordnet, dass die Einrichtungen je nach Anforderungsprofil geeignet ausgelegt sein müssen. Diesbezügliche Detailregelungen sind auf KTA Ebene zu treffen und werden dort auch getroffen (z. B. mechanische Auslegung von Steuerelementen / -stäben in der KTA 3103).	
1418	6.1 (4)	Modultext: Bei der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sind alle Parameter berücksichtigt, die die Wirksamkeit dieser Einrichtungen beeinflussen. Dabei sind insbesondere berücksichtigt: a) die im bestimmungsgemäßen Betrieb zu unterstellenden abdeckenden Ausgangszustände, einschließlich der Einflüsse von Fertigungs- und Einbautoleranzen, b) die im bestimmungsgemäßen Betrieb möglichen Schwankungen in den Betriebsparametern sowie zusätzlich die Unsicherheiten bei der messtechnischen Überwachung der jeweiligen Parameter, c) die Abhängigkeiten der Parameter vom Zyklusverlauf, einschließlich des Abbrands des Absorbers.“ Kommentar: Im Hinblick auf den übergeordneten Charakter dieses Regelwerks halten wir die unter den Punkten a) bis c) beispielhaft aufgeführten Aspekte für überflüssig. Der Erste Satz allein ist völlig ausreichend.	JA	Im Hinblick auf den angestrebten Detaillierungsgrad von Modul 2 sachgerechte Kürzung.	Bei der Auslegung der Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen sind alle Parameter berücksichtigt, die die Wirksamkeit dieser Einrichtungen beeinflussen. Dabei sind insbesondere berücksichtigt: a) die im bestimmungsgemäßen Betrieb zu unterstellenden abdeckenden Ausgangszustände, einschließlich der Einflüsse von Fertigungs- und Einbautoleranzen, b) die im bestimmungsgemäßen Betrieb möglichen Schwankungen in den Betriebsparametern sowie zusätzlich die Unsicherheiten bei der messtechnischen Überwachung der jeweiligen Parameter, c) die Abhängigkeiten der Parameter vom Zyklusverlauf, einschließlich des Abbrands des Absorbers.“
406	6.1 (4)	Kommentar: Das umfasst Sicherheitsebenen 1+2	JA		
1082	6.1 (4)	Kommentar: Die Verwendung der Begriffe „betriebliche Parameter“, „Kenngrößen“ und „Sicherheitsvariable“ sollten auf Konsistenz geprüft werden.	NEIN	Durch Streichung obsolet.	
407	6.1 (5)	Modultext: Der Reaktor besitzt mindestens zwei voneinander unabhängige und diversitäre Abschalteinrichtungen. Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) Ziffer 4 (5). Kommentar: Warum anders formuliert als in M1/4 (5)? Ungünstig für folgenden Text.	JA	Eine Wiederholung der Anforderungen aus Modul 1, wie in Rev. B von Modul 2 vorgesehen, soll zukünftig entfallen. Es verbleibt der Hinweis auf die für den Abschnitt 6 von Modul 2 relevanten Ziffern in Modul 1 in den folgenden Ziffern von Modul 2.	6.1 (5) Der Reaktor besitzt mindestens zwei voneinander unabhängige und diversitäre Abschalteinrichtungen. Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) Ziffer 4 (5).
567 1635	6.1 (5)	Kommentar: Die RSK-LL gehen unter 3.1.2 (1) darüber hinaus.	Teilweise	Im Hinblick auf die Schellabschalteinrichtung wird die angesprochene Anforderung in den	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>Änderungsvorschlag: Der Reaktor besitzt mindestens zwei voneinander unabhängige und diversitäre Abschalteinrichtungen. „Jedes dieser beiden Abschaltssysteme muss den Reaktor aus jedem stationären Betriebszustand in den unterkritischen Zustand bringen können, ohne dass dabei die zulässigen Betriebsgrenzwerte des Reaktorkerns überschritten werden.“</p>		<p>folgenden Ziffern formuliert. Im Hinblick auf die Einrichtung(en) zur Aufrechterhaltung der dauerhaften Unterkritikalität ebenso. Richtig ist jedoch, dass in Modul 1 bzw. 2 Rev. B die angesprochene Anforderung im Hinblick auf die diversitäre Einrichtung zwar implizit für den DWR vorhanden ist, jedoch nicht explizit formuliert und somit faktisch für den SWR keine Anforderung an die diversitäre Einrichtung gestellt ist. Eine Übernahme des genannten Änderungsvorschlags wäre u. E. jedoch nicht Ziel führend, da</p> <ul style="list-style-type: none"> - hiermit nur stationäre Betriebszustände (des Normalbetriebs) angesprochen sind, was bspw. die Anforderungen der KTA 3103 nicht abdecken würde; - der Bezug auf zulässige Betriebsgrenzwerte (Nachweiskriterien) ohne konkretere Angaben hinsichtlich der Randbedingungen (kalt unterkritisch, Geschwindigkeit) zu unbestimmt ist. <p>Zur Konkretisierung der Anforderungen an das übergeordnet geforderte diversitäre Abschaltssystem (also die Abschaltung über die Einspeisung von Bor ins Kühlmittel) sollen die in der Fußnote³</p>	

³ Ziffer 4 (5):

„Der Reaktor ist

- mit mindestens einer Einrichtung zur schnellen Abschaltung (Schnellabschaltssystem) mittels Steuerelementen (DWR) bzw. Steuerstäben (SWR) sowie

- mit mindestens einer weiteren, davon unabhängigen und diversitären Abschalteinrichtung zur Herbeiführung und dauerhaften Aufrechterhaltung der Unterkritikalität mittels der Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel

ausgestattet. besitzt mindestens zwei voneinander unabhängige und diversitäre Abschalteinrichtungen, von denen eine ganz oder teilweise mit den

Die Regelungs- bzw. Begrenzungseinrichtungen der Reaktorleistung können ganz oder teilweise identisch mit den Abschalteinrichtungen sein, sofern die Wirksamkeit der Abschalteinrichtungen jederzeit im geforderten Maße gegeben bleibt. ~~kann.~~“

Ziffer 4 (6):

„Die Schnellabschaltung ~~Mindestens eine der beiden Abschalteinrichtungen~~ ist allein in der Lage, den ~~Kern~~ Reaktor

- aus jedem Zustand der Sicherheitsebenen 1 bis 3 heraus, auch bei unterstelltem Nichteinfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelements ~~(DWR)~~ bzw. Nichteinschießen des reaktivitätswirksamsten Steuerstabs ~~(SWR)~~, sowie

- bei den Notstandsfällen der Sicherheitsebene 4a

so schnell unterkritisch zu machen ~~(Schnellabschaltssystem)~~ und hinreichend lange zu halten, dass die auf den Sicherheitsebenen jeweils geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden.

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 3 kann im Hinblick auf die einzuhaltende Unterkritikalität der unterstellte Nichteinfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelements bzw. das unterstellte Nichteinschießen des reaktivitätswirksamsten Steuerstabs als Einzelfehler gemäß Ziffer 3.1 (4) behandelt werden. Der Nichteinfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelements (DWR) bzw. das Nichteinschießen des reaktivitätswirksamsten Steuerstabs (SWR) muss nicht unterstellt werden, wenn beide Abschalteinrichtungen einschließlich der Anregung durch das Reaktorschutzsystem, insbesondere hinsichtlich der Abschaltcharakteristik, der Wirksamkeit und des Zeitverhaltens, gleichwertig sind.“

Ziffer 4 (7):

„Der Reaktor kann auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a bei den für die Reaktivitätsbilanz ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt, die unter den in Betracht zu

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				aufgeführten Änderungen in Modul 1 vorgenommen werden.	
1166 1635	6.1 (5)	Kommentar: Hier ist der Detaillierungsgrad in M1 höher als in M2. Warum anders formuliert als in M1/4(5)? Ungünstig für folgenden Text.	JA	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 407.	
153	6.1 (5)	<p>Hinweise auf Festlegungen im Modul 1, die hier kommentiert werden:</p> <p>Modul 1, Absatz 4 (5) „mindestens zwei voneinander unabhängige und diversitäre Abschalteinrichtungen, “Modul 1, Absatz 4 (6) „Schnellabschaltung, ... hinreichend lange“Modul 1, Absatz 4 (7) „dauerhafte Abschaltung“.</p> <p>Offensichtlich gibt es unterschiedliche Interpretationen bei der Definition der beiden Abschalteinrichtungen des DWR. Der DWR hat zwei Abschalteinrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Die Boriersysteme“ insgesamt, bestehend aus dem Chemikalieneinspeisesystem, den Druckspeichern und den Flutbehältern - „Das Schnellabschaltsystem zusammen mit dem Zusatzboriersystem“. <p>Die Boriersysteme sind zuständig für die Unterkritikalität - beim BE-Wechsel: stabfrei, kalt¹⁾, xenonfrei- nach LOCA: stabfrei, kalt¹⁾, xenonfrei mit zusätzlicher Verdünnung durch den sekundärseitigen Inhalt eines Dampferzeugers- nach ATWS: stabfrei, kalt¹⁾, xenonfrei.</p> <p>Für das Schnellabschaltsystem zusammen mit dem Zusatzboriersystem gilt nach EVA/Erdbeben: kalt¹⁾, xenonfrei bei angenommener Nichtverfügbarkeit des Volumenregelsystems.</p> <p>Wichtig bei alledem sind die langfristig angenommenen Anlagenzustände. Insbesondere bei EVA/Erdbeben ist das die Nichtverfügbarkeit des Volumenregelsystems. Dass diese Nichtverfügbarkeit kein Zustand für Jahre und Jahrzehnte ist, mag ja sein. Deswegen wird man natürlich versuchen, das Volumenregelsystem wieder in Gang zu bringen um ordentlich aufzuborieren. Ebenso wird man bspw. nach ATWS versuchen, die Steuerstäbe doch noch so weit wie möglich einzufahren. Aber dazu gibt es - völlig zu Recht - keine qualitativen oder quantitativen Anforderungen. Deshalb werden derartige Zustände an dieser Stelle auch nicht untersucht. Für EVA/Erdbeben heißt</p>	NEIN	<p>Betrifft Modul 1.</p> <p>Die Anforderungen in Modul 2 bzw. Modul 1 leiten sich aus den Vorgaben in den BMI Sicherheitskriterien, RSK Leitlinien und den IAEA Requirements NS-R-1 ab. Demnach muss eine der geforderten zueinander diversitären Abschalteinrichtung alleine in der Lage sein, die dauerhafte Unterkritikalität im bestimmungsgemäßen Betrieb sowie bei den Störfällen aufrecht zu erhalten. Die Frage, in welcher technischen Ausführung dies in den (DWR) Anlagen erfüllt werden kann, ist nicht die Aufgabenstellung von Modul 2 oder 1. Das Zusammenwirken „Schnellabschaltsystem mit Zusatzboriersystem“ sollte u. E. jedoch nicht als eine Abschalteinrichtung angesehen werden, insbesondere ist nicht nachvollziehbar, dass dieses Zusammenwirken die Anforderung der BMI Sicherheitskriterien bzw. RSK LL erfüllt.</p>	

ziehenden Zuständen und Ereignissen möglich sind, unterkritisch gemacht und dauerhaft unterkritisch gehalten werden.

Beim DWR sind die Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel bei den Zuständen bzw. Ereignissen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a in der Lage, alleine den geforderten Betrag der Unterkritikalität zu erbringen.

Beim SWR

- ist das elektromotorische Einfahren der Steuerstäbe bei den Zuständen bzw. Ereignissen der Sicherheitsebenen 1 bis 4a

- sind die Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel bei den Zuständen bzw. Ereignissen der Sicherheitsebenen 1 bis 2

in der Lage, alleine den geforderten Betrag der Unterkritikalität zu erbringen. Mindestens eine Abschalteinrichtung ist allein in der Lage, den Reaktor nach erfolgter Abschaltung auf den Sicherheitsebenen 1 bis 4a auch bei der für die Reaktivitätsbilanz ungünstigsten Temperatur, die unter den in Betracht zu ziehenden Ereignissen möglich ist, dauerhaft unterkritisch zu halten.

Bei Kühlmittelverluststörfällen können zur Sicherstellung der dauerhaften Unterkritikalität die Einrichtungen zur Notkühlung herangezogen werden.

Beim Nachweis, dass die geforderte Unterkritikalität nach erfolgter Abschaltung durch das Schnellabschaltsystem aufrecht erhalten bleibt, wird der unterstellte Nichteinfall des reaktivitätswirksamen Steuerelements bei Ereignissen der Sicherheitsebene 3 wie ein Einzelfehler gemäß Ziffer 3.1 (4) behandelt.

Sofern die dauerhafte Aufrechterhaltung der Unterkritikalität allein Abschaltung durch Steuerstäbe sichergestellt wird, wird auf den Sicherheitsebenen 1 bis 3 das Nichteinfahren bzw. Nichteinschießen des wirksamsten Steuerstabs unterstellt. Auf der Sicherheitsebene 3 kann dies als Einzelfehler gemäß Ziffer 3.1 (4) behandelt werden.“

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		dies: Weder die Steuerstäbe allein können den Reaktor langfristig ausreichend unterkritisch machen, noch ist die Borierung für sich allein dazu imstande. Das heißt, dass die Anforderung nach Modul 1, Absatz 4 (7) nur erfüllt werden kann, wenn man „das Schnellabschaltsystem zusammen mit dem Zusatzboriersystem“ als eine einheitliche Abschalteinrichtung definiert. Die einzige Alternative dazu wäre, dass man langfristig hinreichend hoch aufboriert. Aber dann muss auch der Weg dahin - die Aktivierung des Volumenregelsystems - präzisiert und in den Anforderungen entsprechend ausformuliert werden. 1) „kalt“ muss eigentlich immer heißen „bei reaktivster Kühlmitteltemperatur“.			
408	6.1 (6)	Modultext: Mindestens eine Abschalteinrichtung ist als Schnellabschaltsystem gemäß den Anforderungen aus Ziffer 4 (6) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) ausgelegt sowie derart, a) dass sie von Anregungen automatisch ausgelöst wird, die aus verschiedenen Prozessvariablen gemäß den Anforderungen für Leittechnik- Funktionen der Kategorie A (siehe „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Leittechnik (Teil 1)“ (Modul 5) Ziffer 5 (2)) gebildet werden; b) dass, wenn das Schnellabschaltsystem gemeinsame Komponenten mit den Regelungs- bzw. Begrenzungseinrichtungen hat, sichergestellt ist, dass keine Funktion der Regelungs- bzw. Begrenzungseinrichtungen (auch nicht eine durch Fehler in diesen Einrichtungen erzeugte Funktion) das bestimmungsgemäße Funktionieren des Schnellabschaltsystems verhindert oder ungünstig beeinflusst; c) dass die Schnellabschaltung auch manuell ausgelöst werden kann. Kommentar: Hier schimmert immer noch die Gedankenwelt Mitte der 70er Jahre durch, als es nur Schnellabschaltsystem und Volumenregelsystem mit Borierung gab. Für Anlagen mit zusätzlichem Zusatzboriersystem sind aber andere Aufgabenteilungen sinnvoll. Würden Anforderungen an Sicherheitsfunktionen statt an (einzelne) Einrichtungen formuliert, wäre die Darstellung auch kein Problem. Was hat das mit Sicherheitsebene 1 zu tun?	NEIN	Die hier formulierten Anforderungen an das Schnellabschaltsystem gelten unabhängig von der Existenz eines Zusatzboriersystems. Aus dem Kommentar wird nicht deutlich welche Darstellungsprobleme hier gesehen werden. Die Erfüllung der hier genannten Anforderungen ist ereignisunabhängig. So wie es zu einem ordnungsgemäßen Normalbetrieb gehört, dass die Sicherheitseinrichtungen (bspw. die Notkühl-einrichtungen) während des Normalbetriebs verfügbar sind (auch wenn diese hier nicht benötigt werden), so ist es Bestandteil des Normalbetriebs, dass die hier geforderten Maßnahmen bzw. Einrichtungen realisiert und damit verfügbar sind. Angleichung an Änderungen in Modul 1 Ziffern 4 (5) und 4 (6), Vermeidung von Wiederholungen aus Modul 1 sowie sprachliche Änderungen.	6.1 (56) Mindestens eine Abschalteinrichtung ist als Das Schnellabschaltsystem gemäß den Anforderungen aus Ziffer 4 (6) 3.2 (5) bzw. 4 (6) 3.2 (6) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) ausgelegt sowie derart; a) wird dass sie von Anregungen automatisch ausgelöst wird , die aus verschiedenen Prozessvariablen gemäß den Anforderungen für Leittechnik- Funktionen der Kategorie A (siehe „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Leittechnik <u>und Störfallinstrumentierung (Teil 1)</u> “ (Modul 5) Ziffer 5 (2)) gebildet werden; b) wird auch für den Fall, dass es ,wenn das Schnellabschaltsystem gemeinsame Komponenten mit den Regelungs- bzw. Begrenzungseinrichtungen hat, durch sichergestellt ist, dass keine Funktion der Regelungs- bzw. Begrenzungseinrichtungen (auch nicht eine durch Fehler in diesen Einrichtungen erzeugte Funktion) in seiner das bestimmungsgemäßen Funktionieren des Schnellabschaltsystems verhindert oder ungünstig beeinflusst; c) kann dass die Schnellabschaltung auch manuell ausgelöst werden kann .
168	6.1 (6) und Hinweis bei 6.3 (1)	Kommentar: Was bedeutet der letzte Absatz von Modul 1 / 4.1(6)?	NEIN	Betrifft Modul 1.	
409	6.1 (7)	Modultext: Mindestens eine Abschalteinrichtung ist gemäß den Anforderungen aus Ziffer 4 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) ausgelegt sowie derart, dass der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag zur Abschaltreaktivität unter den ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt beliebig lange aufrecht erhalten wird.	NEIN	Unabhängig davon, ob die Anforderung an die Einrichtung(en) zur dauerhaften Abschaltung in abdeckender Weise durch die Sicherheitsebene 3 erfolgt, ist die Anforderung angesichts des gewählten Aufbaus des Regelwerks auch für die Sicherheitsebene 1 zu formulieren. Weiterhin ist zu beachten, dass auf Sicherheitsebene 1 und 2	6.1 (67) Mindestens eine Abschalteinrichtung ist Die Abschalteinrichtungen gemäß den Anforderungen aus Ziffer 4 (7) 3.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) stellen sicher, ausgelegt sowie derart, dass der für die

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Kommentar: Das umfasst Sicherheitsebenen 1+2. Durch Anforderungen SE 3 abgedeckt.		andere Nachweiskriterien für die dauerhafte Unterkritikalität gelten als auf der Sicherheits-ebene 3. Angleichung an Änderungen in Modul 1 Ziffern 4 (5) und 4 (7), Vermeidung von Wiederholungen aus Modul 1 sowie sprachliche Änderungen. Da keine ereignisspezifischen Anforderungen an das Vergiftungssystem beim SWR ableitbar sind und somit in Modul 3 keine diesbezügliche Anforderung aufscheint, erfolgt an dieser Stelle in Modul 2 die entsprechende Konkretisierung (in Anlehnung an die Praxis).	dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der zur Abschaltreaktivität unter den ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten werden kann . <u>Die Einrichtungen zur Einbringung löslicher Neutronenabsorber in das Kühlmittel liefern beim SWR einen Betrag der Abschaltreaktivität von 5 %.</u>
60 169	6.1 (8)	Modultext: Die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der für die Abschaltung relevanten Systeme und Komponenten sind durch Auslegung und regelmäßige Prüfungen sowie durch geeignete Instandhaltungsmaßnahmen über die gesamte Dauer der Einsatzzeit sichergestellt. Hierbei gilt insbesondere: a) In regelmäßigen Zeitabständen werden alle Steuerelemente bzw. Steuerstäbe auf Leichtgängigkeit geprüft und wird die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des Schnellabschaltsystems überprüft. b) Vor Kritisch machen des Reaktors nach einem Brennelementwechsel wird beim DWR die Freigängigkeit der Steuerelemente und beim SWR die ordnungsgemäße Verfahrbarkeit der Steuerstäbe geprüft. c) Lässt sich ein Steuerelement bzw. Steuerstab nicht mehr oder nur schwergängig verfahren, wird unverzüglich die Ursache ermittelt und der Sachverhalt sicherheitstechnisch (Sicherstellung der erforderlichen Begrenzungs- und Abschaltfunktionen, Erhalt der Abschaltreaktivität) bewertet. Ist ein sicherer Weiterbetrieb nicht mehr zweifelsfrei sichergestellt, wird der Reaktor unterkritisch gemacht. Sind Schäden an Steuerelementen bzw. Steuerstäben Ursache der Schwergängigkeit, so werden diese Komponenten ausgetauscht oder ertüchtigt. d) Die Antriebe der Steuerelemente bzw. Steuerstäbe, einschließlich aller dazugehörigen Hilfssysteme, haben nur insoweit gemeinsame Komponenten, als sichergestellt ist, dass ein Einzelfehler die zuverlässige und wirksame Abschaltung des Reaktors nicht beeinträchtigt. e) Gegen das unkontrollierte Ausfahren von Steuerelementen bzw. Steuerstäben sind Vorkehrungen vorhanden. f) Für mit Boreinspeisung arbeitende Abschalteinrichtungen ist eine periodische sowie anlassbezogene Überwachung der Borkonzentration und des Füllstandes in den für die Sicherheit wichtigen Vorratsbehältern derart vorgesehen, dass eine anforderungsgerechte Einspeisung des Bors sichergestellt ist. g) Auch beim Eintreten mehrerer voneinander nicht unabhängiger Ereignisse (z.B. Brand, Wassereintrich) ist die Abschaltung des Reaktors sichergestellt. Kommentar: Die Begriffe "Freigängigkeit", "Leichtgängigkeit" und schwergängig" sollten	JA	zu a) und b): sprachliche Anpassungen sowie Konkretisierungen im Hinblick auf die Häufigkeit und den Anlass von Prüfungen sowie Verallgemeinerung des Prüfziels. zu c): Präzisierung im Hinblick auf den sicherheitstechnischen Hintergrund der Anforderung.	6.1 (78) Die Zuverlässigkeit und Wirksamkeit der für die Abschaltung relevanten Systeme und Komponenten sind durch Auslegung und regelmäßige Prüfungen sowie durch geeignete Instandhaltungsmaßnahmen über die gesamte Dauer der Einsatzzeit sichergestellt. Hierbei gilt insbesondere: a) In regelmäßigen Zeitabständen werden alle Steuerelemente bzw. Steuerstäbe auf <u>ordnungsgemäße Verfahrbarkeit überprüft</u> . Leichtgängigkeit geprüft und wird die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des Schnellabschaltsystems überprüft. b) <u>Die ordnungsgemäße Funktion des Schnellabschaltsystems wird am Ende und vor Beginn eines Zyklus sowie nach jeder Reaktor-schnellabschaltung gezeigt. Zudem wird nach jeder Instandhaltungsmaßnahme, welche eine Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit der Schnellabschaltung zur Folge haben kann, eine Überprüfung der ordnungsgemäßen Funktion der betroffenen Komponenten vorgenommen. Vor Kritisch machen des Reaktors nach einem Brennelementwechsel wird beim DWR die Freigängigkeit der Steuerelemente und beim SWR die ordnungsgemäße Verfahrbarkeit der Steuerstäbe geprüft.</u> c) Lässt sich ein Steuerelement bzw. Steuerstab nicht mehr oder nur schwergängig verfahren <u>oder werden verzögerte Einfall- bzw. Einschusszeiten festgestellt</u> , wird unverzüglich die Ursache ermittelt und der Sachverhalt unverzüglich sicherheitstechnisch (Sicherstellung der erforderlichen Begrenzungs- und

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		vereinheitlicht werden			<p>Abschaltfunktionen, Erhalt der Abschaltreaktivität, <u>Möglichkeit eines systematischen Fehlers</u>) bewertet. Ist ein sicherer Weiterbetrieb nicht mehr zweifelsfrei sichergestellt, wird der Reaktor unterkritisch gemacht. Sind Schäden an Steuerelementen bzw. Steuerstäben Ursache der Schwergängigkeit, so werden diese Komponenten ausgetauscht oder ertüchtigt.</p> <p>d) Die Antriebe der Steuerelemente bzw. Steuerstäbe, einschließlich aller dazugehörigen Hilfssysteme, haben nur insoweit gemeinsame Komponenten, als sichergestellt ist, dass ein Einzelfehler die zuverlässige und wirksame Abschaltung des Reaktors nicht beeinträchtigt.</p> <p>e) Gegen das unkontrollierte Ausfahren von Steuerelementen bzw. Steuerstäben sind <u>Maßnahmen bzw. Einrichtungen</u> Vorkehrungen vorhanden.</p> <p>f) <u>Beim SWR ist sichergestellt, dass nach einem Stillstand aller Zwangsumwälzpumpen ein Start von Zwangsumwälzpumpen bei gezogenen Steuerstäben nicht erfolgt.</u></p> <p>gf) Für mit Boreinspeisung arbeitende Abschalt-einrichtungen ist eine periodische sowie anlassbezogene Überwachung der Borkonzentration und des Füllstandes in den für die Sicherheit wichtigen Vorratsbehältern derart vorgesehen, dass eine anforderungsgerechte Einspeisung des Bors sichergestellt ist.</p> <p>hg) Auch beim Eintreten mehrerer voneinander nicht unabhängiger Ereignisse (z.B. Brand, Wassereintrich) ist die Abschaltung des Reaktors sichergestellt.</p>
1302	6.1 (8)	Kommentar: Einige Begriffe werden nicht einheitlich verwendet, z. B. wird uneinheitlich von Leichtgängigkeit, Freigängigkeit und Schwergängigkeit gesprochen.	JA		
410	6.1 (8) a)	Kommentar: Wiederholung: Unterschied?	NEIN	Kommentar erledigt infolge obigem Änderungsvorschlag.	
1419	6.1 (8) c)	Kommentar: Der Einschub .. die Ursache ermittelt und.. sollte entfallen, da während des Betriebs nur in Einzelfällen möglich.	JA	Siehe obigen Änderungsvorschlag.	
151	6.1 (8) c)	Kommentar: Bei Schwergängigkeit „wird unverzüglich die Ursache ermittelt“ Das ist i. A. nur anhand einer Inspektion möglich. Vorschlag: streichen, => „wird der Sachverhalt unverzüglich sicherheitstechnisch bewertet“.	JA	Siehe obigen Änderungsvorschlag.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1083	6.1 (8) c)	Kommentar: Hier sollte ein Konsistenzabgleich mit den Anforderungen in Modul 10 Ziffer 1.3 (7) erfolgen.	NEIN	Konsistenzabgleich ist erfolgt.	
1426	6.1 (8) c)	Kommentar: Ist das nicht übergeordnet zu regeln bzw. schon geregelt (Vorgehen bei Funktionsbeeinträchtigungen in sicherheitstechnisch relevanten Einrichtungen) ?	NEIN	Diese Anforderung sollte hier explizit bestehen bleiben, da im Hinblick auf die relativ große Anzahl an Steuerstäben bzw. Steuerelementen auch bei übergeordneten Anforderungen hinsichtlich der Verfügbarkeit von sicherheitstechnisch wichtigen Einrichtungen eine diesbezügliche Klarstellung sonst nicht vorliegt.	
411	6.1 (8) d)-g)	Kommentar: Was hat das mit Sicherheitsebene 1 zu tun?	NEIN	So wie es zu einem ordnungsgemäßen Normalbetrieb gehört, dass die Sicherheitseinrichtungen (bspw. die Notkühleinrichtungen) während des Normalbetriebs verfügbar sind (auch wenn diese hier nicht benötigt werden), so ist es Bestandteil des Normalbetriebs, dass die genannten Maßnahmen bzw. Einrichtungen realisiert und damit verfügbar sind.	
1660	6.1 (8) e)	Modultext: Gegen das unkontrollierte Ausfahren von Steuerelementen bzw. Steuerstäben sind Vorkehrungen vorhanden. Kommentar: Der undefinierte Begriff „Vorkehrung“ sollte durch die definierten Begriffe „Maßnahme“ und „Einrichtung“ ersetzt werden.	JA	Sprachliche Vereinheitlichung (siehe oben).	
	6.1 (8) f neu		JA	Folgeänderung durch Umstrukturierung der „VM“ Ereignisse in Modul 3 und 10: das Ereignis „Kaltwassertransiente im Reaktordruckbehälter (SWR)“ wird gestrichen, die diesbzgl. in Modul 10 formulierte Anforderung wird in Modul 2 unter Ziffer 6.1 (8) f) aufgegriffen (siehe Vorschlag zu f) oben).	
1167	6.1 (8) f)	Kommentar: „anlassbezogen“ wie kommt das in SE1?	NEIN	Ein „Anlass“ ist nicht nur ein Ereignis der Sicherheitsebene 2 oder 3, sondern beispielsweise auch eine Wiederauffüllung oder Aufborierung im Rahmen des Normalbetriebs.	
170	6.2 (1)	Modultext: Es sind automatisch wirkende Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte vorhanden, die, im Zusammenwirken mit der nuklearen, thermohydraulischen und mechanischen Auslegung des Reaktorkerns, sicherstellen, dass mögliche Reaktivitätszufuhren infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 und dadurch mögliche Erhöhungen der Reaktorleistung oder der Leistungsdichte so beschränkt bleiben, dass die Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene eingehalten werden. Kommentar: „Mögliche Reaktivitätszufuhren“, „mögliche Erhöhungen der Reaktorleistung“ Auf SE 2 genügt der Singular: „eine mögliche ...“	JA	Richtige Präzisierungen.	Es sind automatisch wirkende Einrichtungen zur Begrenzung oder Absenkung der Leistung oder Leistungsdichte vorhanden, die, im Zusammenwirken mit der nuklearen, thermohydraulischen und mechanischen Auslegung des Reaktorkerns, sicherstellen, dass - <u>eine mögliche Reaktivitätszufuhren infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 und eine dadurch bedingte mögliche Erhöhungen der Reaktorleistung oder der Leistungsdichte sowie</u> - <u>eine Verschlechterung der Kühlung der Brennelemente</u>

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
					infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 2 so beschränkt bleiben, dass die <u>sicherheitstechnischen Nachweisziele und</u> Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene eingehalten werden.
412	6.2 (1)	Kommentar: Es geht nicht nur um Reaktivitätszufuhr, sondern um Verschlechterung der Wärmeabfuhr.	JA	Richtige Ergänzung.	
152	6.2 (2)	Modultext: Das Schnellabschaltssystem (siehe Ziffer 6.1 (6)) ist derart ausgelegt, dass bei Transienten, mit deren Eintreten während der Reaktorlebensdauer zu rechnen ist und in deren Ablauf so große Änderungen der Betriebsparameter erzeugt werden, dass eine Reaktorschnellabschaltung erfolgt, der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität so schnell erreicht wird, dass die Auslegungsgrenzen gemäß den Ziffern 5.1 (3) bis 5.1 (5) sowie die auf der Sicherheitsebene 2 geltenden Nachweiskriterien eingehalten werden. Diese Anforderung ist auch bei unterstelltem Nichteinfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelements (DWR) bzw. Nichteinschießen des reaktivitätswirksamsten Steuerstabs (SWR) erfüllt. Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 4 (6). Kommentar: Für die hier unterstellten Randbedingungen sehen wir Nachweislücken, die ggf. nicht ohne Einschränkungen des Betriebes und/oder nicht kurzfristig zu schließen sind. Beispielhaft sei auf Nachweise zu den Ereigniskategorien „Änderung der Reaktivität und der Leistungsverteilung“ und „Durchsatzänderung im Primärkreislauf“ verwiesen.	NEIN	Die Anforderung der Ziffer 6.2 (2) in Modul 2 entspricht den derzeit gültigen Regelwerksvorgaben, siehe bspw. RSK LL 3.1.3 (1): „Der Verlauf von Transienten, mit deren Eintreten während der Reaktorlebensdauer zu rechnen ist (Betriebs transienten) und in deren Ablauf so große Änderungen der Betriebsvariablen erzeugt werden, dass eine Reaktorschnellabschaltung erfolgt, ist zu untersuchen.“, sowie hinsichtlich der Randbedingung „stuck rod“ siehe bspw. BMI Sicherheitskriterium 5.3 (6. Absatz): „Eine der beiden Abschalteinrichtungen muß für sich allein in der Lage sein, den Kernreaktor aus jedem Betriebszustand und aus jeder Störfallsituation heraus auch bei Ausfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelements so schnell unterkritisch zu machen und hinreichend lange zu halten, daß die jeweils spezifizierten Grenzwerte des Reaktorsystems nicht überschritten werden.“	Das Schnellabschaltssystem (siehe Ziffer 6.1 (6)) ist derart ausgelegt, dass bei Transienten, mit deren Eintreten während der Reaktorlebensdauer zu rechnen ist und in deren Ablauf so große Änderungen der Betriebsparameter erzeugt werden, dass eine Reaktorschnellabschaltung erfolgt, <u>stellt das Schnellabschaltssystem sicher, dass</u> der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität so schnell <u>unter Erfüllung der Anforderungen der Ziffer 4(6)3.2 (6) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1)</u> erreicht wird, dass die Auslegungsgrenzen gemäß den Ziffern 5.1 (3) bis 5.1 (5) sowie die auf der Sicherheitsebene 2 geltenden <u>sicherheitstechnischen Nachweisziele und</u> Nachweiskriterien eingehalten werden. Diese Anforderung ist auch bei unterstelltem Nichteinfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelements (DWR) bzw. Nichteinschießen des reaktivitätswirksamsten Steuerstabs (SWR) erfüllt. <u>Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 4 (6).</u>
			JA	Vermeidung von Wiederholungen aus Modul 1, Bezugnahme auf Modul 1 als Anforderung (nicht als Hinweis) sowie sprachliche Änderungen. Der Bezug auf die Auslegungsgrenzen kann hier nunmehr entfallen, da der Zusammenhang zwischen den Auslegungsgrenzen und den Transienten der Sicherheitsebene 2 in Abschnitt 5 ausreichend geregelt ist.	
1168	6.2 (2)	Kommentar: Die Annahme des stuck rod ist eine grundsätzliche Anforderung an die Abschaltsysteme. Bei der langfristigen Unterkritikalität muss die Anforderung an die Nachweisführung präzisiert werden. „Stuck rod“ ist bei Schnellabschaltung auf SE 2 postuliert. Es handelt sich um eine klare Regelung im Sinne BMI Sicherheitskriterien 5.3: „Eine der beiden Abschalteinrichtungen muss für sich allein in der Lage sein, den Kernreaktor aus jedem Betriebszustand und aus jeder Störfallsituation heraus auch bei Ausfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelementes so	NEIN	Der Kommentar ist nicht verständlich.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1661	6.2 (3)	<i>schnell unterkritisch zu machen und hinreichende lange.....“</i> Modultext: Durch die Funktion der Schnellabschaltung wird der Reaktor bei den zu betrachtenden Ereignissen so lange unterkritisch gehalten, bis die dauerhafte Abschaltung sichergestellt ist.	JA	Sprachliche Anpassungen an die Änderungsvorschläge zu Ziffern 6.1 (5) und (6) neu bzw. den Ziffern 4 (5) bis 4 (7) in Modul 1.	Durch die Funktion der Schnellabschaltung wird der Reaktor bei den zu betrachtenden Ereignissen so lange unterkritisch gehalten, bis die dauerhafte <u>Aufrechterhaltung der Unterkritikalität Abschaltung</u> sichergestellt ist.
413	6.2 (4)	Modultext: Mindestens eine Abschalteinrichtung ist derart ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität unter den ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt beliebig lange aufrecht erhalten werden kann. Bei Aufrechterhaltung der dauerhaften Abschaltung mittels Steuerstäben ist bei der rechnerischen Nachweisführung das Nichteinfahren bzw. Nichteinschießen des wirksamsten Steuerstabs unterstellt. Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 4 (7). Kommentar: Durch Anforderungen SE 3 abgedeckt. Anmerkung zu 6.1 (6) Muss heißen: ... Steuerstäben alleins. Anmerkung bei 6.3	NEIN	Unabhängig davon, ob die Anforderung an die Einrichtung(en) zur dauerhaften Abschaltung in abdeckender Weise durch die Sicherheitsebene 3 erfolgt, ist die Anforderung angesichts des gewählten Aufbaus des Regelwerks auch für die Sicherheitsebene 1 zu formulieren. Weiterhin ist zu beachten, dass auf Sicherheitsebene 1 und 2 andere Nachweiskriterien für die dauerhafte Unterkritikalität gelten als auf der Sicherheitsebene 3. Der Ergänzungsvorschlag wird durch die vorgeschlagene Streichung des entsprechenden Absatzes obsolet, wobei die entsprechende Ergänzung in Modul 1 Ziffer 4 (7) vorgenommen werden soll.	Mindestens eine Abschalteinrichtung ist derart ausgelegt, dass Die Abschalteinrichtungen gemäß Ziffer 4(7)3.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) stellen sicher, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität unter den ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten werden kann. Bei Aufrechterhaltung der dauerhaften Abschaltung mittels Steuerstäben ist bei der rechnerischen Nachweisführung das Nichteinfahren bzw. Nichteinschießen des wirksamsten Steuerstabs unterstellt. Hinweis — Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 4 (7).
			JA	Sprachliche Anpassungen an die Änderungsvorschläge zu Ziffern 6.1 (5) und (6) neu bzw. den Ziffern 4 (5) bis 4 (7) in Modul 1 sowie Vermeidung von Wiederholungen von Anforderungen aus Modul 1.	
1169	6.2 (4)	Kommentar: Die Annahme des stuck rod ist eine grundsätzliche Anforderung an die Abschaltssysteme. Bei der langfristigen Unterkritikalität muss die Anforderung an die Nachweisführung präzisiert werden. Quellensynopse: „Anlehnung an BMI Sicherheitskriterien 5.3“: Verweis auf BMI Sicherheitskriterien 5.3 nicht korrekt: stuck rod Forderung betrifft Schnellabschaltssystem und nicht die dauerhafte Abschaltung, bei dauerhafter Abschaltung fordern dies die BMI Sicherheitskriterien 5.3 nicht Umsetzung: Dauerhafte Abschaltung auf SE2 mit stuck rod	NEIN	Die BMI Sicherheitskriterien fordern in Ziffer 5.3 u. a.: „Die sich aus der Reaktivitätsbilanz ergebende Abschaltreaktivität muß auch für den Fall, daß Steuerelemente – mindestens das reaktivitätswirksamste Steuerelement – voll ausgefallen sind, eine ausreichende Abschaltreserve enthalten.“ Diese Anforderung gilt nicht speziell für das Schnellabschaltssystem sondern allgemein. Daraus folgt, dass in der Reaktivitätsbilanz für die geforderte langfristige Unterkritikalität der stuck rod zu berücksichtigen ist. Die Aussage, dass die Anforderung an die Nachweisführung zu präzisieren ist, ist nicht verständlich.	
1170 +	6.2 (4)	Kommentar: Übereinstimmung herrscht, dass bei dauerhafter Abschaltung mit Regel- und	NEIN	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 1169.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1649		Abschaltstäben (SWR) der „stuck rod“ auf SE2 (Modul 2 Rev. B 6.2(4)) ebenfalls als Postulat zu fordern sei. Allerdings ist der bisherige Verweis der Quellsynopse auf das BMI-Sicherheitskriterium 5.3 nicht zweckdienlich, da dieses Kriterium den „stuck rod“ lediglich bei der RESA postuliert und bei dauerhafter Abschaltung keine Aussage trifft.			
414 1171	6.2 (5)	Modultext: Die Wirksamkeit und Fahrgeschwindigkeit sowohl von einzeln als auch von gemeinsam fahrenden Steuerelementen bzw. Steuerstäben sowie anderer reaktivitätswirksamer Einrichtungen sind so begrenzt, dass bei fehlerhafter Funktion die Nachweiskriterien eingehalten werden. Kommentar: „fehlerhafter Funktion“ „die Nachweiskriterien“: roter Faden problematisch bzw. Problem für Interpretation/Verständnis	JA	Die ursprüngliche Formulierung aus den BMI Sicherheitskriterien ist konkreter und verständlicher.	Die Wirksamkeit und Fahrgeschwindigkeit sowohl von einzeln als auch von gemeinsam fahrenden Steuerelementen bzw. Steuerstäben sowie anderer reaktivitätswirksamer Einrichtungen sind so begrenzt, dass bei fehlerhaftem <u>m</u> <u>Fahrbefehl r-Funktion</u> die <u>sicherheitstechnischen Nachweisziele und</u> Nachweiskriterien <u>der Sicherheitsebene 2</u> eingehalten werden.
415	6.2 (6)	Modultext: Sofern ein störungsbedingter Anstieg der lokalen Leistungsdichte durch Umverteilungen des Neutronenflusses nicht ausgeschlossen werden kann, sind Einrichtungen zur wirksamen Begrenzung des Anstiegs vorgesehen. Kommentar: „.....durch Umverteilungen des Neutronenflusses...“: : leere Triviale Aussage:	Teilweise	Die Aussage ist nicht trivial – siehe auch BR 1, 3.2.2.2 (2): „Bezüglich der lokalen Leistungsdichte ist zu berücksichtigen, dass ein störungsbedingter Anstieg auch durch Umverteilungen des Neutronenflusses möglich ist, z. B. beim Fehleinfahren von Steuerelementen mit Kompensation der Reaktivitäts-/Leistungsänderung durch Deborierung (DWR) oder Kernunterkühlung.“ Umformulierung der Anforderung, um den relevanten Aspekt klarer herauszustellen.	Sofern ein <u>lokaler störungsbedingter</u> Anstieg der <u>lokalen</u> Leistungsdichte durch Umverteilungen des Neutronenflusses <u>infolge einer Störung</u> nicht ausgeschlossen werden kann, sind <u>Maßnahmen bzw.</u> Einrichtungen zur wirksamen Begrenzung des Anstiegs vorgesehen.
416	6.2 (7)	Modultext: Beim SWR ist durch wirksame und zuverlässige automatische Einrichtungen sichergestellt, dass bei einem störungsbedingten Verlassen des bezüglich Leistungsdichteschwungen stabilen Bereichs des Betriebskennfeldes das Auftreten von ungedämpften Schwingungen verhindert wird bzw. diese so rechtzeitig beendet werden, dass die Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 2 eingehalten werden. Kommentar: Nachweisziele?	JA	Ergänzende Präzisierung.	Beim SWR ist durch wirksame und zuverlässige automatische Einrichtungen sichergestellt, dass bei einem störungsbedingten Verlassen des bezüglich Leistungsdichteschwungen stabilen Bereichs des Betriebskennfeldes das Auftreten von ungedämpften Schwingungen verhindert wird bzw. diese so rechtzeitig beendet werden, dass die <u>sicherheitstechnischen Nachweisziele und</u> Nachweiskriterien der Sicherheitsebene 2 eingehalten werden.
1084	6.2 (7)	Kommentar: Diese Ziffer sollte in Modul 2 entfallen, da bereits in Modul 3 geregelt oder dort umfassender zu regeln.	NEIN	Modul 3 regelt die Berücksichtigung der Leistungsschwingungen bei den betroffenen Ereignissen. Modul 2 regelt an dieser Stelle die Anforderung an diesbezüglich vorzusehende Maßnahmen bzw. Einrichtungen.	
157	6.2 (7)	Kommentar: Ist die Erfassung/Detektierung regionaler Neutronenfluss-Schwingungen heute schon bei allen betriebenen SWR-Anlagen Stand von WuT? Die Anforderung könnte zu Schwierigkeiten führen.	NEIN	Die Erfassung/ Detektierung regionaler Neutronenflussschwingungen ist mess- und leittechnisch Stand der Technik. Inwieweit dies in allen betriebenen SWR Anlagen realisiert ist, sollte nicht maßgebend für die Aufstellung dieser Anforderung sein. Insbesondere jedoch ist speziell hierbei zur Erfüllung dieser Anforderung nicht zwingend die	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				Erfassung/ Detektierung regionaler Neutronenflusssschwingungen erforderlich. So können unabhängig vom Auftreten von Schwingungen beim Verlassen des Normalbetriebskennfeldes die vorgesehenen Maßnahmen eingeleitet werden.	
1420	6.3 (1)	<p>Modultext: Das Schnellabschaltsystem (siehe Ziffer 6.1 (6)) ist derart ausgelegt, dass bei den maßgeblichen Ereignissen der Sicherheitsebene 3 der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität so schnell erreicht wird, dass im Zusammenwirken mit anderen Sicherheitseinrichtungen die auf der Sicherheitsebene 3 geltenden Nachweiskriterien eingehalten werden. Diese Anforderung ist auch erfüllt, wenn unterstellt wird, dass - das reaktivitätswirksamste Steuerelement (DWR) bzw. der reaktivitätswirksamste Steuerstab nicht einfällt bzw. nicht einschließt und - die zuerst anstehende Anregung für die Schnellabschaltung ausfällt. Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffern 3.1 (6), 4 (6) und 4 (7).</p> <p>Kommentar: Der alleinige Austausch des Wortes ‚betroffenen‘ durch ‚maßgeblichen‘ erscheint uns nicht adäquat. Der Hinweis auf ergänzende Ausführungen in Modul 1 Ziffern 3.1 (6), 4 (6) und 4 (7) führt unseres Erachtens nicht zu einer widerspruchsfreien Regelung und ist wenig praktikabel. Unter diesen Randbedingungen halten wir zunächst unseren Kommentar zu Rev. A aufrecht.</p> <p>Wir gehen jedoch davon aus, dass die bei der 6. ad hoc Sitzung des Bund-Länder Ausschusses Kernenergie am 13.09.2007 in Bonn von Mitgliedern des Teams 2 gemachte Zusage, den ‚stuck rod‘ auf der Sicherheitsebene 3 in Rev. C durchgängig als Einzelfehler im Sinne des Einzelfehlerkonzeptes zu behandeln, umgesetzt wird.</p>	Teilweise	<p>Die Einstufung des „stuck rod“ als Einzelfehler (in der Sicherheitsebene 3) erfolgt in Modul 1 Ziffer 4 (6) neu mit der Formulierung „Beim Nachweis, dass die geforderte Unterkritikalität nach erfolgter Schnellabschaltung erreicht wird und hinreichend lange aufrecht erhalten bleibt, kann bei Ereignissen der Sicherheitsebene 3 der unterstellte Nichteinfall des reaktivitätswirksamen Steuerelements bzw. das unterstellte Nichteinschießen des reaktivitätswirksamen Steuerstabs als Einzelfehler gemäß Ziffer 3.1 (4) behandelt werden.“ Eine Wiederholung dieser Aussage in Modul 2 soll nicht erfolgen, wohl aber eine Bezugnahme darauf. Damit ist u. E. der Sachverhalt eindeutig geregelt</p>	<p>Bei den betroffenen Ereignissen der Sicherheitsebene 3 stellt das Schnellabschaltsystem (siehe Ziffer 6.1 (6)) ist derart ausgelegt sicher, dass bei den maßgeblichen Ereignissen der Sicherheitsebene 3 der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität unter Erfüllung der Anforderungen der Ziffern 3.1 (6) und 4 (6) 3.2 (6) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) so schnell erreicht wird, dass im Zusammenwirken mit anderen Sicherheitseinrichtungen die auf der Sicherheitsebene 3 geltenden sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. Diese Anforderung ist auch erfüllt, wenn unterstellt wird, dass — das reaktivitätswirksamste Steuerelement (DWR) bzw. der reaktivitätswirksame Steuerstab nicht einfällt bzw. nicht einschließt und — die zuerst anstehende Anregung für die Schnellabschaltung ausfällt. Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffern 3.1 (6), 4 (6) und 4 (7).</p>
568 1636	6.3 (1)	<p>Kommentar: Hier ist zu klären, was Postulat und was Einzelfehler ist: 1. Die RSK-LL postulieren unter 3.1.2(3) den Ausfall der 1. Anregung. Ansonsten ist vom Einzelfehler die Rede (3.1.2 (5)), bzw. es wird der „gezogene“ wirksamste Steuerstab als Randbedingung für die Auslegung des Schnellabschaltsystems herangezogen. 2. Die Sicherheitskriterien unterstellen in Krit. 5.3 den Ausfall des reaktivitätswirksamen Steuerelementes, nicht aber den Ausfall der 1. Anregung. Im Übrigen bleibt hier offen, ob dies Postulat oder Ausprägung des Einzelfehlers ist. 3. In den Interpretationen der Sicherheitskriterien wird unter 6. festgestellt, dass der Einzelfehler nur für die Summe der angeforderten Sicherheitseinrichtungen anzusetzen sei. Abweichend davon soll ein Einzelfehler in aktiven Systemteilen zusätzlich unterstellt werden, auch wenn bereits die 1. Anregung ausgefallen ist (gilt aber nicht bei gleichzeitiger Instandsetzung). Dies deckt sich mit 3.1(6) in Modul 1. 4. Die Störfalleitlinien halten unter 4.7 fest, dass ein Einzelfehler und ggf. der</p>	Teilweise	<p>Wie im Kommentar zutreffend festgestellt, lässt sich aus den Sicherheitskriterien nicht ableiten, ob der stuck rod dort als Einzelfehler eingestuft wird. Der Einzelfehler wird in den Si-Kri. mehrfach explizit erwähnt, nicht aber im Zusammenhang mit dem mit Steuerelementen bzw. Steuerstäben arbeitende Abschalteinrichtung. Der stuck rod ergibt sich in den Sicherheitskriterien u. a. aus der folgenden in Kriterium 5.3 enthaltenen Anforderung: „Die sich aus der Reaktivitätsbilanz ergebende Abschaltreaktivität muß auch für den Fall, daß Steuerelemente – mindestens das reaktivitätswirksamste Steuerelement – voll ausgefallen sind, eine ausreichende Abschaltreserve enthalten.“ Diese Anforderung in den Si.Kri. gilt allgemein. Ähnlich die RSK LL: „Das mit den Steuerelemen-</p>	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>Reparaturfall zu unterstellen sind, dass aber von der 1. Anregung ausgegangen werden kann, sofern diese nicht vom Störfall betroffen ist. Damit sind die Ansätze im alten Regelwerk uneinheitlich bis widersprüchlich. Ich kann mich der Interpretation anschließen, dass gilt: Postulat: Ausfall der 1. Anregung; Einzelfehler: wirksamster Steuerstab. Im Übrigen ist der Verweis auf 4(7) Modul 1 an dieser Stelle nicht zweckdienlich, da 4(7) die dauerhafte Subkritikalität behandelt.</p> <p>Änderungsvorschlag: Diese Anforderung ist auch erfüllt, wenn unterstellt wird, dass</p> <ul style="list-style-type: none"> - das reaktivitätswirksamste Steuerelement (DWR) bzw. der reaktivitätswirksamste Steuerstab nicht einfällt bzw. nicht einschießt (Konsequenz des Einzelfehlers gemäß 3.1 (6) Modul 1) und - die zuerst anstehende Anregung für die Schnellabschaltung ausfällt (Postulat gemäß 3.1 (6) Modul 1) 		<p>ten arbeitende Abschaltsystem ist so auszulegen, daß die berechnete Abschaltreaktivität bei Nullast im betriebswarmen Zustand und bei gezogenem, wirksamsten Steuerelement den Wert von 1 % während der Kernlebensdauer nicht unterschreitet." Dies ist eine grundlegende Anforderung an die Reaktivitätsbilanz zur Abschaltreaktivität für die mit Steuerelementen bzw. Steuerstäben arbeitende Abschalteinrichtung. Entsprechend ist der stuck rod eine grundlegende Auslegungsanforderung an die mit Steuerelementen bzw. Steuerstäben arbeitende Abschalteinrichtung. Hinsichtlich der Sicherheitsebene 3 erfolgt nunmehr die Klarstellung der Einstufung als Einzelfehler (siehe Textergänzung in Modul 1 Ziffer 4 (6) bzw. 4 (7)).</p> <p>Auf eine Wiederholung von Anforderungen aus Modul 1 soll verzichtet werden, anstelle dessen wird auf diese Ziffern Bezug genommen. Einheitliche Bezugnahme auf Nachweisziele und Nachweiskriterien.</p>	
1172	6.3 (1)	<p>Kommentar: Die Annahme des stuck rod ist eine grundsätzliche Anforderung an die Abschaltsysteme. Bei der langfristigen Unterkritikalität muss die Anforderung an die Nachweisführung präzisiert werden. Keine Überlagerung von stuck rod + Ausfall der 1. Anregung als unabhängige Postulate im bisherigen Regelwerk → Verschärfung gegenüber dem bisherigem Regelwerk</p>	Teilweise	Durch die Einstufung des „stuck rod“ auf der Sicherheitsebene 3 als Einzelfehler (Modul 1) ist diese Frage geklärt.	
1173 + 1648	6.3 (1)	<p>Kommentar: Im Abschnitt 6.2(2) wird im Modul 2 Rev. B bei der Schnellabschaltung auf Sicherheitsebene (SE) 2 der „stuck rod“ unterstellt. Hierin ist eine klare und korrekte Umsetzung des BMI-Sicherheitskriteriums 5.3 im Sinne eines Postulates zu sehen. Demgegenüber wird im Abschnitt 6.3(1) bei der Schnellabschaltung auf SE 3 gefordert, den Ausfall der 1. Anregung der RESA und den „stuck rod“ als unabhängige Postulate zu überlagern. Dies bedeutet eine Verschärfung der Anforderungen gegenüber dem alten Regelwerk. Die RSK Leitlinien postulieren in 3.1.2 (3) den Ausfall der 1. Anregung und fordern in 3.1.2 (5), dass ein Einzelfehler die Abschaltung nicht beeinträchtigen dürfe. Das BMI-Sicherheitskriterium 5.3 verlangt, dass die Reaktorschnellabschaltung (RESA) bei jedem Reaktorzustand auch bei Ausfall des wirksamsten Steuerelementes in einen unterkritischen Zustand führen müsse. Schließlich gehen die Störfallleitlinien im Punkt 4.7 von der Verfügbarkeit der 1. Anregung aus, es sei denn, dass diese selbst vom Störfallverlauf beeinträchtigt wurde. Darüber hinaus wird gefordert, bei der Nachweisführung einen Einzelfehler für die Summe der Sicherheitssysteme zu unterstellen. Die Überlagerung der Postulate „Ausfall der 1. Anregung“ und „stuck rod“ ist aus dem bisherigen Regelwerk nicht abzuleiten. Deshalb sollte das neue Regelwerk in eindeutiger Weise für die</p>	Teilweise	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 568.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		SE 3 die Überlagerung des Postulates „Ausfall der 1. Anregung“ mit einem Einzelfehler spezifizieren. Sofern sich der „stuck rod“ am ungünstigsten auf den Störfallverlauf auswirkt, ist dieser als Einzelfehler zu unterstellen.			
1174 + 1650	6.3 (1)	Kommentar: Der „stuck rod“ sollte in diesem Falle eindeutig als Einzelfehler eingeführt werden, wenn dieser der ungünstigste Fall ist. Der Verweis des Teams in der Quellensynopse auf die IAEA NS-R-1 6.16 („...maintaining the reactor subcritical by an adequate margin and with high reliability, ...“) stützt die Interpretation insofern, als dort nicht konkret der „stuck rod“ gefordert wird, sondern dass von „adequate margin“ gesprochen wird und somit offen lässt, wie diese Sicherheitsreserve nachzuweisen ist.	Teilweise	Durch die Einstufung des „stuck rod“ auf der Sicherheitsebene 3 als Einzelfehler (Modul 1) ist diese Frage geklärt.	
1175	6.3 (1)	Kommentar: Die „stuck rod“ Annahmen im Modul 2 sollten hinsichtlich klarer Zuordnungen zu Postulaten und Einzelfehlern überarbeitet werden sollten und dass sich daraus notwendigerweise Änderungen im Modul 1 und anderen Stellen des Regelwerksentwurfes ergeben, die auf das Einzelfehlerkonzept eingehen.	Teilweise	Durch die Einstufung des „stuck rod“ auf der Sicherheitsebene 3 als Einzelfehler (Modul 1) ist diese Frage geklärt.	
152	6.3 (1)	Kommentar: Für die hier unterstellten Randbedingungen sehen wir Nachweislücken, die ggf. nicht ohne Einschränkungen des Betriebes und/oder nicht kurzfristig zu schließen sind. Beispielhaft sei auf Nachweise zu den Ereigniskategorien „Änderung der Reaktivität und der Leistungsverteilung“ und „Durchsatzänderung im Primärkreislauf“ verwiesen.	NEIN	Die Anforderung der Ziffer 6.3 (1) in Modul 2 entspricht den derzeit gültigen Regelwerksvorgaben, siehe bspw. RSK LL 3.1.2 (3): „Mindestens ein Abschaltssystem muss in der Lage sein, bei betriebsmäßig zu erwartenden Transienten die Überschreitung von jeweils spezifizierten Werten und bei Störfällen, zusammen mit anderen Sicherheitseinrichtungen, die Beschädigung des Reaktorkerns und der Druckführenden Umschließung zu verhindern. Diese Bedingungen müssen auch erfüllt sein, wenn bei einer beliebigen Störung die zuerst anstehende Anregung ausfällt.“, sowie hinsichtlich der Randbedingung „stuck rod“ siehe bspw. BMI Sicherheitskriterium 5.3 (6. Absatz): „Eine der beiden Abschalteinrichtungen muß für sich allein in der Lage sein, den Kernreaktor aus jedem Betriebszustand und aus jeder Störfallsituation heraus auch bei Ausfall des reaktivitätswirksamsten Steuerelements so schnell unterkritisch zu machen und hinreichend lange zu halten, daß die jeweils spezifizierten Grenzwerte des Reaktorsystems nicht überschritten werden.“	
1662	6.3 (2)	Modultext: Durch die Funktion der Schnellabschaltung wird der Reaktor bei den zu betrachtenden Ereignissen der Sicherheitsebene 3 so lange unterkritisch gehalten, bis die dauerhafte Abschaltung sichergestellt ist.	JA	Sprachliche Anpassung, sowie Folgeanpassung resultierend aus den Änderungen der Ziffer 4 (5) in Modul 1.	Durch die Funktion der Schnellabschaltung wird der Reaktor bei den zu betrachtenden Ereignissen der Sicherheitsebene 3 so lange unterkritisch gehalten, bis die dauerhafte <u>Aufrechterhaltung der Unterkritikalität</u> Abschaltung -sichergestellt ist.
1421	6.3 (3)	Modultext: Beim DWR ist abweichend von Ziffer 6.3 (2) bei Störfällen mit hoher Abkühlgeschwindigkeit des Reaktorkerns (Unterkühlungstransienten, siehe „Sicher-	NEIN	Die Bezugnahme von Unterkühlungstransienten mit hoher Abkühlgeschwindigkeit deckt die bestehenden Anforderungen (insbesondere RSK	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		<p>heitsanforderungen für Kernkraftwerke: Bei Druck- und Siedewasserreaktoren zu berücksichtigende Ereignisse" (Modul 3)) ein kurzes Wiederkritischwerden zulässig, sofern die Einhaltung der ansonsten geltenden Nachweiskriterien sichergestellt ist.</p> <p>Kommentar: Wir halten nach wie vor an unserer prinzipiellen Meinung sowie fest. Auch der vom NUM formulierte Textvorschlag entspricht unserem Verständnis: „<i>Beim DWR ist bei Störfällen, die, bedingt durch das Anlagenkonzept, in ihrem Ablauf mit positiven Reaktivitätsrückwirkungen verbunden sind, ein kurzes wieder kritisch werden zulässig, wenn unter abdeckenden Störfallannahmen nachgewiesen ist, dass die ansonsten geltenden Nachweiskriterien eingehalten werden</i>“. Da dies von Team 2 in dieser Form bisher nicht akzeptiert wurde, halten wir eine vertiefende Sachdiskussion zu diesem Themenkomplex für nötig.</p>		LL) ab. Eine Erweiterung der Ereignisse oder ein Bezug auf konzeptionell bedingte Szenarien, bei denen ein Wiederkritischwerden zulässig sein soll, wäre u. E. nicht sachgerecht.	
1422	6.3 (4)	<p>Modultext: Mindestens eine Abschalteinrichtung ist derart ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 3 der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität unter den ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt beliebig lange aufrecht erhalten werden kann. Bei Aufrechterhaltung der dauerhaften Abschaltung mittels Steuerstäben ist bei der rechnerischen Nachweisführung das Nichteinfahren bzw. Nichteinschießen des wirksamsten Steuerstabs unterstellt. Hinweis Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 4 (7). Kommentar: Siehe Kommentar zu 6.3 (1) [DB-Nr. 1420]</p>	Teilweise	<p>Die Einstufung des „stuck rod“ als Einzelfehler (in der Sicherheitsebene 3) erfolgt in Modul 1 Ziffer 4 (6) neu mit der Formulierung „Sofern die dauerhafte Aufrechterhaltung der Unterkritikalität allein durch Steuerstäbe sichergestellt wird, wird auf den Sicherheitsebenen 1 bis 3 das Nichteinfahren bzw. Nichteinschießen des wirksamsten Steuerstabs unterstellt. Auf der Sicherheitsebene 3 kann dies als Einzelfehler gemäß Ziffer 3.1 (4) behandelt werden.“ Eine Wiederholung dieser Aussage in Modul 2 soll nicht erfolgen, wohl aber eine Bezugnahme darauf. Damit ist u. E. der Sachverhalt eindeutig geregelt.</p> <p>Anpassung an die geänderte Wortwahl in Modul 1 Ziffer 4 (5): Keine Wiederholung von Anforderungen aus Modul 1, anstelle dessen deren Bezugnahme.</p>	<p><u>Die Abschalteinrichtungen gemäß Ziffer 43.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) stellen sicher, Mindestens eine Abschalteinrichtung ist derart ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 3 der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität unter den ungünstigsten Bedingungen hinsichtlich Temperatur, Xenonkonzentration und Zykluszeitpunkt erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten werden kann.</u></p> <p>Bei Aufrechterhaltung der dauerhaften Abschaltung mittels Steuerstäben ist bei der rechnerischen Nachweisführung das Nichteinfahren bzw. Nichteinschießen des wirksamsten Steuerstabs unterstellt. Hinweis — Siehe auch „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1), Ziffer 4 (7).</p>
417	6.3 (4)	<p>Kommentar: Nur wenn dies für die Sicherheitsfunktion „Herstellen Unterkritikalität“ der ungünstigste Einzelfehler ist. Dies muss nicht immer so sein.</p>	Teilweise	Durch Streichung erledigt. In Modul 1 ist dieser Aspekt durch die Formulierung „kann als Einzelfehler gemäß Ziffer 3.1 (4) behandelt werden“ erfasst.	
569	6.3 (4)	<p>Modultext: ...ist bei der rechnerischen Nachweisführung das Nichteinfahren bzw. Nichteinschießen des wirksamsten Steuerstabes unterstellt. Kommentar: Gilt dies auch, wenn der Einzelfehler schon an anderer Stelle angenommen wurde? Ich konnte dazu nichts unter RSK-LL, Störfallleitlinien oder Sicherheitskriterien finden. Änderungsvorschlag: Verweis auf Quelle dieser Forderung angeben, gilt auch für Modul 1.</p>	Teilweise	Durch Streichung erledigt. In Modul 1 ist dieser Aspekt durch die Formulierung „kann als Einzelfehler gemäß Ziffer 3.1 (4) behandelt werden“ erfasst.	
153	6.3 (4)	<p>Kommentar: siehe unter Kommentar Nr. 153 zu Ziffer 6.1 (5).</p>	NEIN	Siehe Antwort dort.	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
1176	6.3 (4)	Kommentar: Die Annahme des stuck rod ist eine grundsätzliche Anforderung an die Abschaltssysteme. Bei der langfristigen Unterkritikalität muss die Anforderung an die Nachweisführung präzisiert werden. hier muss stuck rod als Einzelfehler eingeführt werden, um Festigkeit gegen Einzelfehler nachzuweisen Fazit: K1 zu stuck rod nicht eindeutig umgesetzt	Teilweise	Siehe Antwort auf Kommentar Nr. 1422 zu Ziffer 6.3 (4).	
171	6.3 (4), aus Rev. A	Kommentar: „Lecks in Dampferzeugern“ Bei LOCA wird hinsichtlich der langfristigen Unterkritikalität immer unterstellt, dass ein Dampferzeuger sekundärseitig leer läuft. Gibt es das jetzt nicht mehr?	NEIN	Wird neu in Modul 6 (Ziffer A1 (1) 9.) geregelt.	
	6.3 (5)			Folgeanpassung aufgrund Umstrukturierung von M5/M12	Die zum Abfahren der Zwangsumwälzpumpen beim SWR notwendigen Einrichtungen sind als leittechnische Einrichtungen für die Ausführung von Leittechnik-Funktionen der Kategorie A gemäß „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an Leittechnik <u>und Störfallinstrumentierung</u> “ (Modul 5, Teil 4) ausgelegt.
20	6.3 (6)	Modultext: Gegen den Auswurf eines Steuerelements bzw. Steuerstabs sowie den vollständigen Ausfall eines Steuerstabs (SWR) sind außer der sicheren Auslegung und der sorgfältigen Fertigungskontrolle sowie Verriegelungen (SWR) davon unabhängige Vorkehrungen getroffen, es sei denn, es ist nachgewiesen, dass der Auswurf des Steuerelements bzw. Steuerstabs bzw. der Ausfall eines Steuerstabs mit dem größten Reaktivitätswert zu keiner Überschreitung der Nachweiskriterien führt. Kommentar: Die Formulierung "Ausfall eines Steuerstabs" ist insofern missverständlich, als damit nicht der Ausfall gemäß Begriffsdefinition, sondern das Herausfallen aus dem Kern gemeint ist. Daher folgende Änderung: Gegen den Auswurf eines Steuerelements bzw. Steuerstabs sowie das vollständige Herausfallen eines Steuerstabs (SWR) sind außer der sicheren Auslegung und der sorgfältigen Fertigungskontrolle sowie Verriegelungen (SWR) davon unabhängige Vorkehrungen getroffen, es sei denn, es ist nachgewiesen, dass der Auswurf des Steuerelements bzw. Steuerstabs bzw. das Herausfallen eines Steuerstabs mit dem größten Reaktivitätswert zu keiner Überschreitung der Nachweiskriterien führt.	JA	Präzisierungen. Streichung des Hinweises infolge Änderungen in Modul 10.	Gegen den <u>vollständigen</u> Auswurf eines Steuerelements bzw. Steuerstabs sowie das <u>aus</u> vollständigen Herausfallen <u>Ausfall</u> eines Steuerstabs (SWR) sind außer der sicheren Auslegung und der sorgfältigen Fertigungskontrolle sowie Verriegelungen (SWR) davon unabhängige <u>Maßnahmen bzw. Einrichtungen vorgesehen</u> Vorkehrungen getroffen , es sei denn, es ist nachgewiesen, dass <u>beim der</u> Auswurf des Steuerelements bzw. Steuerstabs bzw. <u>Herausfallen der</u> Ausfall eines Steuerstabs mit dem größten Reaktivitätswert <u>die sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien eingehalten werden. zu keiner Überschreitung der Nachweiskriterien führt.</u> Hinweis: Aspekte der Rückwirkungen auf benachbarte Antriebe und den Sicherheitsbehälter sind in „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Anforderungen an die Auslegung und den sicheren Betrieb von baulichen Anlagenteilen, Systemen und Komponenten“ (Modul 10) Abschnitt 2.5.8 behandelt.
172	6.3 (6)	Kommentar: Konsistenz: „Gegen den vollständigen Auswurf ... sowie den vollständigen Ausfall“. Entweder in beiden Fällen „vollständig“ oder gar nicht.	JA	Siehe vorhergehende Zeile.	
418	6.3 (6)	Kommentar: Nachweiskriterien??	JA	Siehe Änderungsvorschlag.	
419	6.3 (7)	Modultext: Die Wirksamkeit und Fahrgeschwindigkeit sowohl von einzeln als auch von gemeinsam fahrenden Steuerelementen bzw. Steuerstäben sowie anderer reaktivitätswirksamer Einrichtungen sind so begrenzt, dass bei Störfällen mit	JA	Präzisierung.	Die Wirksamkeit und Fahrgeschwindigkeit sowohl von einzeln als auch von gemeinsam fahrenden Steuerelementen bzw. Steuerstäben sowie anderer reaktivitätswirksamer Einrichtungen

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Fehlfunktionen in diesen Einrichtungen die Nachweiskriterien eingehalten werden. Kommentar: Was soll das sein? Quelle passt nicht.			gen sind so begrenzt, dass bei Störfällen <u>infolge von mit Fehlaktivierungen funktionen in diesen</u> Einrichtungen die <u>sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien der Sicherheits-ebene 3</u> eingehalten werden.
420	6.4 (1)	Modultext: Bei Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a) sind die Einrichtungen zur Abschaltung und zur Wärmeabfuhr so ausgelegt, dass a) ihre Funktionsfähigkeit unter diesen Ereignisbedingungen bzw. nach diesen Ereignissen sichergestellt ist, b) der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität erreicht wird sowie c) die Anforderungen der Ziffer 3.4 (1) im Zusammenwirken mit der nuklearen und thermohydraulischen Kernausslegung erfüllt werden. Kommentar: Muss heißen: ...die weiteren EinrichtungenBesser wäre es, auf die Sicherheitsfunktion abzustellen.	JA	Eine Unterteilung der Anforderung in die ATWS und Notstandsfälle ist nicht erforderlich. Zudem sollen in Modul 2 keine Anforderungen an die Wärmeabfuhrsysteme gestellt werden. Und auch eine Wiederholung der Anforderungen aus Ziffer 3.4 (1) ist entbehrlich, so dass die Ziffer 6.4 (1) kompakter formuliert werden kann. Die diesbezüglichen Anforderungen an die Wärmeabfuhrsysteme sind übergeordnet durch Modul 1 Ziffer 5 (1) und (2) erfasst.	<u>Bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 4a wird der geforderte Betrag der Abschaltreaktivität durch die jeweilig verfügbaren Abschaltteinrichtungen unter Erfüllung der Anforderungen der obigen Ziffer 3.49 (1) sowie der Ziffern 43.2 (6) bzw. 43.2 (7) der „Sicherheitsanforderungen für Kernkraftwerke: Grundlegende Sicherheitsanforderungen“ (Modul 1) erreicht und beliebig lange aufrecht erhalten. Bei Ereignissen mit unterstelltem Ausfall der Reaktorschnellabschaltung (Sicherheitsebene 4a) sind die Einrichtungen zur Abschaltung und zur Wärmeabfuhr so ausgelegt, dass</u> <u>a) ihre Funktionsfähigkeit unter diesen Ereignisbedingungen bzw. nach diesen Ereignissen sichergestellt ist,</u> <u>b) der für die dauerhafte Unterkritikalität geforderte Betrag der Abschaltreaktivität erreicht wird sowie</u> <u>c) die Anforderungen der Ziffer 3.4 (1) im Zusammenwirken mit der nuklearen und thermohydraulischen Kernausslegung erfüllt werden.</u>
1177	6.4 (1)	Kommentar: Unter 3.4(1) wird im Modul 2 nochmals auf die Beherrschung von ATWS eingegangen. Die hier formulierten Anforderungen sind einerseits mit der Stellungnahme der RSK zu ATWS u.a. in dem Sinne abzugleichen, dass die Abschaltung der Hauptkühlmittelpumpen zur Ereignisbeherrschung unzweifelhaft zulässig ist. Ziffer 6.4(1) ist in gleichem Sinne zu überarbeiten. Andererseits muss ein Abgleich mit M1/2.2(5) erfolgen. Während Modul 2 die Erhaltung von Abschaltbarkeit und Kühlbarkeit des Kerns und der Integrität der druckführenden Umschließung fordert, wird im Modul 1 zusätzlich die Forderung erhoben, die Hüllrohrintegrität nachzuweisen. Diese Anforderung muss im Modul 1 entfallen.	Teilweise	Die Zulässigkeit des Heranziehens des Abschaltens der Hauptkühlmittelpumpen bei der Nachweisführung der Beherrschung von ATWS Ereignissen beim DWR ist kein Regelungsgegenstand von Modul 2. Dies ist in übergeordneter Form in Übereinstimmung mit der diesbezüglichen RSK Stellungnahme in Modul 6 Ziffer 3.2.5 (2) geregelt.	
570	6.4 (1c)	Kommentar: Es ist nicht nur die Kernausslegung betroffen, siehe Pumpenabschaltung Änderungsvorschlag: c) die Anforderungen der Ziffer 3.4(1) im Zusammenwirken mit der nuklearen und thermohydraulischen Kernausslegung erfüllt werden.	JA		
421	6.4 (2)	Modultext: Bei den zu betrachtenden Notstandsfällen der Sicherheitsebene 4a werden die für die Schnellabschaltung sowie die dauerhafte Abschaltung geforderten Beträge der Abschaltreaktivität erreicht.	Teilweise	Kein Änderungsbedarf. Inhalte sind in der neuen Ziffer 6.4 (1) integriert.	<u>Bei den zu betrachtenden Notstandsfällen der Sicherheitsebene 4a werden die für die Schnellabschaltung sowie die dauerhafte Abschaltung geforderten Beträge der Abschaltreaktivität</u>

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		Kommentar: Hier wird endlich mal auf die (Sicherheits) Funktion abgestellt und nicht auf eine Einrichtung			erreicht.
154	6.4 (3) aus Rev. A	Modultext: Bei den zu betrachtenden Ereignissen bzw. Zuständen der Sicherheitsebene 4b sind anlageninterne Notfallmaßnahmen für die dauerhafte Aufrechterhaltung einer Unterkritikalität von keff von 1 abzüglich des Anteils der verzögerten Neutronen vorzusehen. Kommentar: „Bei den zu betrachtenden Ereignissen ... der SE 4b ...“ Welche sind denn da gemeint? Die Ereignisliste enthält für SE 4b keine Vorgaben.	NEIN	Ist durch Streichung in Rev. B nicht mehr Gegenstand von Modul 2.	
1178	6.4 (3) aus Rev. A	Kommentar: Die RSK hatte ferner an die Auslegung der Überwachungs-, Regelungs-, Begrenzungs- und Abschalteinrichtungen (6.4(3) Modul 2 Rev. A) die Forderung erhoben: „Bei Ereignissen bzw. Zuständen der Sicherheitsebene 4b ist für die dauerhafte Aufrechterhaltung der Unterkritikalität ein keff kleiner 0,999 vorzusehen“. Diese K1-Forderung ist in der Rev. B im Modul 7, 4.1(5) umgesetzt. Der Verweis in der synoptischen Darstellung nennt fälschlicherweise Modul 7, 4.1 (4). Dies ist zu korrigieren.	NEIN	Kein Änderungsbedarf in Modul 2.	
1179	7	Modultext: Hinweis Unter Einbauten des Reaktordruckbehälters werden im Folgenden insbesondere verstanden: beim DWR: - oberes und unteres Kerngerüst beim SWR: - Kernmantel - oberes und unteres Kerngitter - Steuerstabführungsrohre - Dampf-Wasserabscheider - Dampftrockner - Speisewasserverteiler. Kommentar: Steuerstabführungsrohre und Siebtonne sind keine Kerneinbauten.	NEIN	Hier werden die Einbauten des RDB und nicht die Kerneinbauten genannt.	
571	7.1 (1)	Modultext: Bei der Auslegung der Einbauten des Reaktordruckbehälters sind alle mechanischen, thermischen, chemischen und durch Strahlung hervorgerufenen Einwirkungen berücksichtigt, die während des Betriebs der Anlage sowie bei Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4a auftreten können. Kommentar: 7.1 betrifft die Sicherheitsebene 1, ein Bezug auf die SE 2 scheint mir noch sinnvoll, da man von dieser Ebene regulär nach 1 zurückkehrt, nicht aber von 3 und höher Änderungsvorschlag: sowie bei Ereignissen der Sicherheitsebenen 2 bis 4a auftreten können	NEIN	Es ist richtig, dass Abschnitt 7.1 die Sicherheitsebene 1 anspricht. Es ist u. E. jedoch sinnvoller die bei der Auslegung der RDB Einbauten auch zu beachtenden Einwirkungen aus anderen Sicherheitsebenen hier mit anzusprechen (wie dies auch hinsichtlich der reaktorphysikalischen Auslegung erfolgt ist), anstelle der Wiederholung dieser Anforderung in den Abschnitten 7.2 bis 7.4.	
422	7.1 (3)	Modultext: Es sind geeignete Vorkehrungen getroffen, um zu verhindern, dass die Kontrolle der Reaktivität oder die Kühlung der Brennelemente durch Verunreinigungen	NEIN	Die RSK LL spricht hier neben den losen Teilen auch von abgelösten Teilen. Die Formulierung Verunreinigungen ist diesbezüglich u. E. eine	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
		gungen oder lose Teile im Kühlmittel beeinträchtigt wird. Kommentar: Verunreinigungen		geeignete übergeordnete Wortwahl.	
1663	7.1 (3)	Kommentar: Der undefinierte Begriff „Vorkehrung“ sollte durch die definierten Begriffe „Maßnahme“ und „Einrichtung“ ersetzt werden.	JA	Sprachliche Vereinheitlichung.	Es sind geeignete Maßnahmen bzw. Einrichtungen vorgesehen . Vorkehrungen getroffen , um zu verhindern, dass die Kontrolle der Reaktivität oder die Kühlung der Brennelemente durch Verunreinigungen oder lose Teile im Kühlmittel beeinträchtigt wird.
1180	7.1 (3)	Kommentar: Außerdem ist zu prüfen, ob die Zuordnung von 7.1(3) zur SE1 sachgerecht ist.	NEIN	Verunreinigungen oder lose Teile im Kühlmittel können im Normalbetrieb auftreten. In jedem Fall aber sind Maßnahmen bzw. Einrichtungen zur Beherrschung derselben der Sicherheitsebene 1 zuzuordnen.	
61 173 1637	7.2 (1)	Modultext: Die Einbauten im Reaktordruckbehälter halten allen während des anomalen Betriebs auftretenden Beanspruchungen derart stand, dass die Einhaltung der Bedingungen des bestimmungsgemäßen Betriebs des Reaktorkerns sichergestellt ist. In Anlehnung an Ziffer 7.3 (1) wie folgt umformulieren: "Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele dieser Sicherheitsebene sichergestellt ist"	JA	Konsistente Anpassung an 7.3 (1).	Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 2 und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene halten allen während des anomalen Betriebs auftretenden Beanspruchungen derart stand, dass die Einhaltung der Bedingungen des bestimmungsgemäßen Betriebs des Reaktorkerns sichergestellt ist.
423	7.3 (1)	Modultext: Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 3 und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele dieser Sicherheitsebene sichergestellt ist. Kommentar: Warum hier anders als bei 5.3 (1)?	JA	Präzisierung und Angleichung an Ziffer 5.3 (1).	Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 3 und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene sichergestellt ist. Insbesondere ist sichergestellt, dass infolge von Ereignissen der Sicherheitsebene 3 die mechanische Abschaltbarkeit (beim großen Leckstörfall beim DWR die dauerhafte Abschaltbarkeit) und die Kühlbarkeit des Kerns erhalten bleibt.
424	7.4 (1)	Modultext: Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 4a und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele dieser Sicherheitsebene gegeben ist. Kommentar: Nachweisziele??	JA	Präzisierung.	Die Einbauten im Reaktordruckbehälter sind so ausgelegt, dass bei den Ereignissen der Sicherheitsebene 4a und den sich daraus ergebenden Einwirkungen auf die Einbauten die Einhaltung der sicherheitstechnischen Nachweisziele und Nachweiskriterien dieser Sicherheitsebene gegeben ist.
1181	Anhang 1, 2, 3	Kommentar: Die folgenden Anhänge gehören entsprechend ihrem Detaillierungsgrad allenfalls in KTA- Regeln.	NEIN	Es ist zwar richtig, dass hier in Modul 2 ein Detaillierungsgrad formuliert wird, wie er üblicherweise in einer KTA Regel vorzufinden ist, solange jedoch keine KTA Regel zu regelungs-	

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
				bedürftigen Sachverhalten vorliegt (wie hier trotz des seit Jahren bestehenden Beschlusses des KTA zur Erstellung einer KTA 3101.3 der Fall), ist es sachgerecht diese Regelungen hier zu platzieren, da es vorrangig ist notwendige Anforderungen zu formulieren, wohingegen es zweitrangig ist, auf welcher Ebene des Regelwerks dies erfolgt.	
	Anhang 1 Titel	Modultext: Auslegungsanforderungen für die Brennstabauslegung		Vereinfachung.	Auslegungsanforderungen für die Brennstabauslegung
1664	Anhang 1	Modultext: Für die Brennstäbe gelten folgende Auslegungsanforderungen: a) Vermeidung von Brennstoffschmelzen, (...) k) Begrenzung von Abrieb (Fretting). Kommentar: Folge des Kommentars Nr. 162, 1160, 1413.	JA	Verlagerung in Anhang 1 ist dem Detaillierungsgrad dieses Sachverhalts entsprechend.	Für die Brennstäbe gelten folgende Auslegungsanforderungen: a) Vermeidung von Brennstoffschmelzen, (...) k) Begrenzung von Abrieb (Fretting). <u>l) Brennstabschäden infolge mechanisch-chemischer Wechselwirkungen zwischen Brennstoff und Hüllrohr (PCI/SCC) werden durch die Brennstabauslegung und/oder durch einen geeigneten Betrieb des Reaktorkerns vermieden.</u>
1085	Anhang 1, letzter Satz	Modultext: Die o. g. Auslegungsanforderungen gelten für die derzeit üblichen Auslegungskonzepte. Sofern andere Auslegungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist. Die Auslegungsanforderungen a), d), f), i) und k) gelten unabhängig vom Auslegungskonzept. Kommentar: Prüfung, ob „h)“ nicht zu ergänzen ist.	Teilweise	Der letzte Satz ist entbehrlich, da bei anderen Auslegungskonzepten die Eignung der dann herangezogenen Anforderungen gemäß den konkreten vorliegenden Bedingungen zu prüfen und festzulegen ist. Der Satz sollte daher gestrichen werden.	Die o. g. Auslegungsanforderungen gelten für die derzeit üblichen Auslegungskonzepte. Sofern andere Auslegungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist. Die Auslegungsanforderungen a), d), f), i) und k) gelten unabhängig vom Auslegungskonzept.
	Anhang 2 Titel	Modultext: Auslegungsanforderungen für die Auslegung der Brennelement-Struktur		Vereinfachung.	Auslegungsanforderungen für die Auslegung der Brennelement-Struktur
	Anhang 2, letzter Satz			Der letzte Satz ist entbehrlich, da bei anderen Auslegungskonzepten die Eignung der dann herangezogenen Anforderungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist. Die Auslegungsanforderungen d), e), f), j) und l) gelten unabhängig vom Auslegungskonzept. Siehe unter Kommentar Nr. 1085.	Die o. g. Auslegungsanforderungen gelten für die derzeit üblichen Auslegungskonzepte. Sofern andere Auslegungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist. Die Auslegungsanforderungen d), e), f), j) und l) gelten unabhängig vom Auslegungskonzept.
21	Anhang 3 (e)	Kommentar: Begrenzung der plastischen Vergleichsdehnung der Absorber- Umschließung sowie in den sonstigen Strukturteilen.	JA	Tippfehlerkorrektur.	Begrenzung der plastischen Vergleichsdehnung der Absorber-Umschließung sowie in den sonstigen Strukturteilen.
	Anhang 3, letzter			Der letzte Satz ist entbehrlich, da bei anderen Auslegungskonzepten die Eignung der dann	Die o. g. Auslegungsanforderungen gelten für die derzeit üblichen Auslegungskonzepte. Sofern

Nr. in DB	Kapitel in Modul	Kommentar	Änderung	Begründung	Vorschlag Textänderung
	Satz			<p>herangezogenen Anforderungen gemäß den konkreten vorliegenden Bedingungen zu prüfen und festzulegen ist. Der Satz sollte daher gestrichen werden.</p> <p>Siehe unter Kommentar Nr. 1085.</p>	<p>andere Auslegungen zum Einsatz kommen, werden erforderlichenfalls andere Auslegungsanforderungen herangezogen, deren gleichwertige Eignung zur Sicherstellung der Einhaltung der übergeordneten sicherheitstechnischen Anforderungen bestätigt ist. Die Auslegungsanforderungen c), d) und f) gelten unabhängig vom Auslegungskonzept.</p>