KTA KERNTECHNISCHER AUSSCHUSS

Sachstandsbericht zu KTA-BR 2 „Kühlung der Brennelemente“

KTA-GS-72

Stand: April 2004

Bearbeiter: Gerhard Roos

GESCHÄFTSSTELLE DES KERNTECHNISCHEN AUSSCHUSSES (KTA)

beim BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ

Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

Telefon: 01888/333-1624
Telefax: 01888/333-1625
Email: groos@bfs.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung ... 5

1.1 Das Vorhaben KTA 2000 ... 5

1.1.1 Vorbemerkungen ... 5

1.1.2 Beschlüsse des KTA-Präsidiums ... 6

1.1.3 Auftrag des KTA ... 6

1.1.4 Beschlüsse des UA-PG ... 6

1.1.5 Verabschiedung der KTA-Sicherheitsgrundlagen durch den KTA als Regelentwurf (Gründruck) ... 6

1.1.6 Zum aktuellen Stand des Arbeitsprogramms KTA 2000 (Auszug aus den Ausführungen des Vorsitzenden des KTA-Präsidiums, Dr. Straub, auf der 57. Sitzung des KTA am 11. November 2003) ... 6

1.1.7 Dokumentation ... 7

1.2 Inhalt ... 7

1.3 Zu erarbeitende Regeln ... 7

2 Auftrag des KTA ... 8

3 Erarbeitung der Regel KTA-BR 2 ... 8

3.1 Beteiligte Personen ... 8

3.1.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums ... 8

3.1.2 Zugezogene Fachleute ... 8

3.1.3 Zusammensetzung des KTA-Unterausschusses Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) ... 8

3.1.4 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle ... 9

3.2 Erarbeitung des Regelentwurfs ... 9

3.2.1 Erstellung des Regelentwurfsvorschlages ... 9

3.2.2 Erstellung des Regelentwurfes ... 10

3.2.3 Erstellung der Regelvorlage ... 10

3.3 Ausführungen zur Regelerstellung ... 10

Anlage 1 KTA-Basisregel Nr. 2 „Kühlung der Brennelemente“ (Fassung 12/02) ... 13

Anlage 2 Stellungnahmen zur Fassung 12/02 mit Bewertung durch das Arbeitsgremium ... 37

Anlage 3 KTA-Basisregel Nr. 2 „Kühlung der Brennelemente“ (Fasung 03/04) ... 63

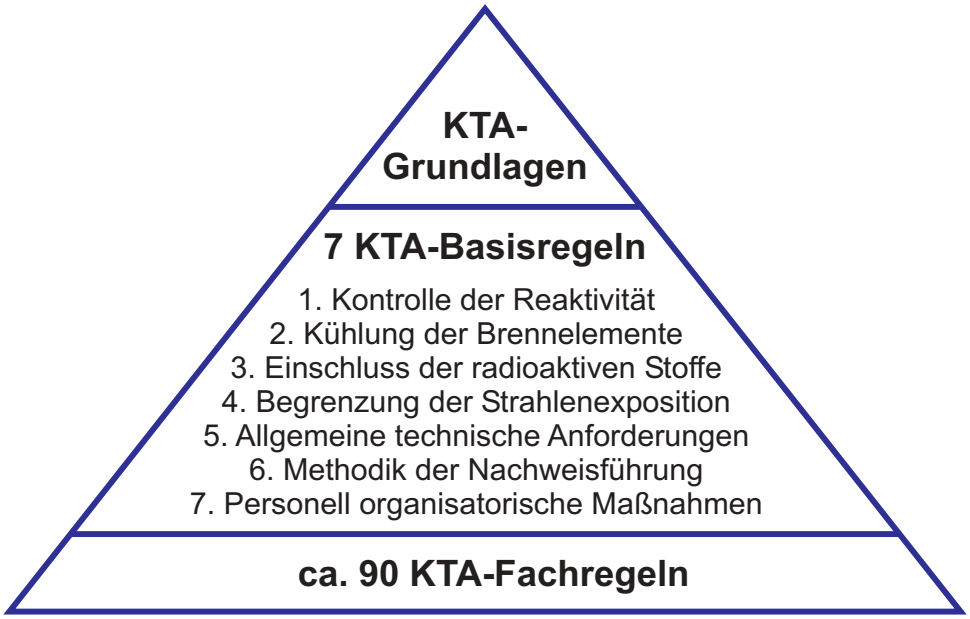
1 Einleitung

1.1 Das Vorhaben KTA 2000

1.1.1 Vorbemerkungen

Das KTA-Präsidium hat sich in den vergangenen Jahren intensiv mit der künftigen Regelarbeit des KTA befasst und dabei das Arbeitsprogramm KTA 2000 initiiert. Eine vom KTA-Präsidium eingesetzte, paritätische Beratungsgruppe hat die Thematik eingehend erörtert und dem KTA-Präsidium auf seiner 63. Sitzung am 5. Mai 1998 folgenden Vorschlag unterbreitet:

Ausgehend von der Erkenntnis, dass die Anforderungen an die Reaktorsicherheit in zahlreichen Vorschriften mit unterschiedlichem Verbindlichkeitsgrad beschrieben werden und die bestehenden Kerntechnischen Regeln des KTA überwiegend darauf ausgerichtet sind, in der Praxis bewährte Lösungen bzw. technische Detailanforderungen für die nach § 7 Abs. 2 Nr. 3 AtG erforderliche Vorsorge gegen Schäden anzugeben, ohne die grundlegenden Anforderungen der Reaktorsicherheit und die diesen zugrunde liegenden Schutzziele ausdrücklich aufzuführen, soll das KTA-Regelwerk zu einer Regelpyramide (Abbildung) ergänzt werden, um die Anforderungen der Reaktorsicherheit in geschlossener Form hierarchisch strukturiert darzustellen.



Diese Regelpyramide soll aus drei Ebenen bestehen:

a) Auf der ersten Ebene sollen die Grundlagen zusammengefasst werden, insbesondere die in verschiedenen Einzelvorschriften des gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerks enthaltenen übergeordneten Sicherheitsgrundsätze für Leichtwasserreaktoren und die Grundsätze für die Anwendung des KTA-Regelwerks.

b) Auf der zweiten Ebene sollen sieben KTA-Basisregeln mit einer schutzzielorientierten Formulierung der bei Auslegung, Bau und Betrieb von Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren zu erfüllenden sicherheitstechnischen Anforderungen (Sicherheitsfunktionen) stehen.

c) Die bestehenden etwa 90 KTA-Fachregeln sollen die dritte Ebene bilden.

Die Anforderungen der ersten beiden Ebenen (Sicherheitsgrundsätze und KTA-Basisregeln) sind ausführungsneutral, also unabhängig von möglichen konkreten Ausführungen und lassen Raum für unterschiedliche technische Lösungen und neue Entwicklungen. Demgegenüber sind die Anforderungen der dritten Ebene (KTA-Fachregeln) überwiegend ausführungsorientiert formuliert.

Schwerpunkt des Arbeitsprogramms KTA 2000 ist neben der Zusammenstellung der Sicherheitsgrundsätze die Einführung von schutzzielorientierten Basisregeln auf der zweiten Ebene der KTA-Regelpyramide. Insgesamt sollen sieben KTA-Basisregeln erstellt werden. Vier Basisregeln sollen sich mit den technischen Schutzzielen der Reaktorsicherheit befassen:

a) Kontrolle der Reaktivität,

b) Kühlung der Brennelemente,

c) Einschluss der radioaktiven Stoffe,

d) Begrenzung der Strahlenexposition.

Drei Basisregeln sollen die allgemeinen Anforderungen an Auslegung, Bau und Betrieb von Kernkraftwerken zum Gegenstand haben:

a) Allgemeine technische Anforderungen
b) Methodik der Nachweisführung
c) Personell organisatorische Maßnahmen

Die vom KTA-Präsidium eingesetzte Beratungsgruppe ist in eingehenden Erörterungen zu der Auffassung gelangt, dass das Arbeitsprogramm KTA 2000 machbar und geeignet ist, die Anwendungssicherheit der KTA-Regeln zu erhöhen. Die Sicherheitsgrundsätze und die (ausführungsunabhängigen) Anforderungen der KTA-Basisregeln sollen ausnahmslos erfüllt werden. Von den detaillierten Beschaffenheits- und Ausführungsanforderungen der KTA-Fachregeln kann abgewichen werden, wenn nachgewiesen wird, dass die in den KTA-Basisregeln fixierten Schutzzielanforderungen auf andere Weise erfüllt werden. Dies entspricht der schutzzielorientierten Vorgehensweise bei der periodischen Sicherheitsüberprüfung.

1.1.2 Beschlüsse des KTA-Präsidiums

Das KTA-Präsidium hat auf seiner 63. Sitzung am 5. Mai 1998 über das Arbeitsprogramm KTA 2000 beraten und hat vorgeschlagen, es zu verwirklichen.

1.1.3 Auftrag des KTA

Der KTA hat auf seiner 52. Sitzung am 16. Juni 1998 dazu folgende Beschlüsse gefasst:

a) Der KTA befürwortet den Vorschlag des KTA-Präsidiums, ein Arbeitsprogramm KTA 2000 zu beginnen. Der KTA nimmt Aufgabenstellung und beabsichtigte Struktur zustimmend zur Kenntnis.
b) Der Unterausschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG) wird beauftragt, federführend Entwurfsvorschläge für die

   ba) KTA-Grundlagen und die

   bb) KTA-Basisregeln

durch Arbeitsgremien erarbeiten zu lassen und Beschlussvorlagen für den KTA zu erstellen.

1.1.4 Beschlüsse des UA-PG

Der KTA-Unterausschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG) hat auf der 7. Sitzung am 3. September 1998 beschlossen, ein Arbeitsgremium mit der Bearbeitung der KTA-Sicherheitsgrundlagen zu beauftragen.

Auf seiner 13. Sitzung am 26./27. April 2001 hat der UA-PG über die während des Fraktionsumlaufs eingegangenen Stellungnahmen beraten. Im Ergebnis seiner Beratungen hat der UA-PG den Regelentwurfsvorschlag erneut überarbeitet und einstimmig beschlossen, den überarbeiteten Regelentwurfsvorschlag dem KTA auf seiner 55. Sitzung am 19. Juni 2001 zur Verabschiedung als Regelentwurf vorzulegen.

1.1.5 Verabschiedung der KTA-Sicherheitsgrundlagen durch den KTA als Regelentwurf (Gründruck)

Der KTA hat die Regelentwurfsvorlage auf seiner 55. Sitzung am 19.06.01 als Regelentwurf in der Fassung 6/01 verabschiedet. Die Bekanntmachung des BMU erfolgte im Bundesanzeiger Nr. 132 am 19. Juli 2001.

1.1.6 Zum aktuellen Stand des Arbeitsprogramms KTA 2000
(Auszug aus den Ausführungen des Vorsitzenden des KTA-Präsidiums, Dr. Straub, auf der 57. Sitzung des KTA am 11. November 2003)

Im Jahr 2002 wurden uns auf der KTA-Sitzung zu einem Teil der KTA-Basisregeln (zu der Nr. 1, Nr. 2, Nr. 4 und Nr. 7) Regelentwurfsvorschläge zur Verabschiedung als Gründrucke vorgelegt. Wir haben im Jahr 2002 die Abstimmung darüber verschoben, aber die vorgelegten Papiere als geeignete Grundlagen für Regelentwürfe zur Kenntnis genommen.

Im Laufe des vergangenen Jahres 2002 haben dann die Arbeitsgremien des KTA für alle KTA-Basisregeln Entwurfsvorschläge erarbeitet und der zuständige KTA-Unterausschuss, der Unterausschuss für PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG), hat auf seiner 17. Sitzung am 17./18. Dezember 2002 alle Regelentwurfsvorschläge für den KTA-Fraktionsumlauf freigegeben. Dies erfolgte auch mit Zustimmung des BMU-Vertreters im UA-PG.

Der Fraktionsumlauf fand vom 15. Dezember 2002 bis 15. März 2003 statt. Zum Fraktionsumlauf sind eine Vielzahl von Stellungnahmen eingegangen, insbesondere aber eine Mitteilung des BMU, in der das BMU feststellt, dass aus seiner Sicht das Arbeitsprogramm KTA 2000 „endgültig gescheitert“ sei.

In einer Sondersitzung des KTA-Präsidiums, am 14. April 2003, kam es daraufhin zu sehr kontroversen Diskussionen. Über die weitere Vorgehensweise im KTA konnte keine Einigung erzielt werden. Der Termin für die KTA-Sitzung wurde zunächst auf den Herbst verschoben.

Auf einer zweiten Sitzung des KTA-Präsidiums, am 17. Juni 2003, wurden die unterschiedlichen Haltungen und Bewertungen zwischen den Gruppen der Hersteller, der Betreiber und der Sachverständigen einerseits und dem BMU andererseits erneut bekräftigt.

Es gab weder auf der KTA-Präsidiumssitzung, noch gibt es bis heute, eine gemeinsame Grundlage für die Fortsetzung der Arbeiten am Arbeitsprogramm KTA 2000. Für das weitere Vorgehen wurde daher als Kompromiss festgelegt, dass

a) die Arbeiten am Arbeitsprogramm KTA 2000 ruhen sollen

und

b) die bisher erreichten Ergebnisse durch die KTA-GS zu dokumentieren sind.

Hersteller, Betreiber, Sachverständige und Vertreter von Bundesländern haben sich klar dafür ausgesprochen, dass die Arbeiten am Projekt KTA 2000 durch den KTA fortgesetzt und zügig abgeschlossen werden. Das BMU hält das Projekt KTA 2000 nach wie vor für gescheitert. Es hat seine Haltung, am 3./4. Juli 2003, auf einer Sitzung des Länderausschusses Atomkernenergie und in Schreiben an die Mitglieder des KTA-Präsidiums, begründet.

Zum weiteren Vorgehen des BMU wird in der Begründung (Schreiben des BMU vom 23.05.2003 an den Länderausschuss für Atomkernenergie, übersandt am 15.07.2003 auch an die KTA-Präsidiumsmitglieder) u. a. festgestellt:

1. Die Fachregeln sind weiterhin regelmäßig dem Stand von Wissenschaft und Technik hinsichtlich der Schadensvorsorge anzupassen. Regelungslücken sind durch die KTA-Fachregeln zu schließen, auch soweit dies durch die Basisregeln geschehen sollte.

2. Das BMU wird seiner Verantwortung für die Festlegung übergeordneter Anforderungen der zu treffenden Schadensvorsorge und ihrer Durchsetzung in atomrechtlichen Verfahren gerecht werden und dabei die Reaktor-Sicherheitskommission, den Länderausschuss für Atomkernenergie, kerntechnische Sachverständige und die Betreiber in geeigneter Weise beteiligen.

Die Vertreter der Hersteller, Betreiber und Sachverständigen haben erklärt, dass sie die Initiative des BMU mit Interesse verfolgen werden. Der Länderausschuss für Atomkernenergie, Hauptausschuss, hat beschlossen sich mit der Art des Umganges des BMU mit der kerntechnischen Regelwerksetzung im Fachausschuss Recht und Reaktorsicherheit weiter zu beschäftigen.

Nach Meinung des KTA-Präsidiums wurden die unterschiedlichen Standpunkte, sowohl die inhaltlichen Aussagen, als auch die Stil- und Formfragen, des Umgangs miteinander betreffend, im KTA-Präsidium und auch im KTA-Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen ausreichend klar und kontrovers diskutiert und dokumentiert.

Nach Auffassung des KTA-Präsidiums ist eine weitere Diskussion über das Arbeitsprogramm KTA 2000 zurzeit nicht zielführend. Das KTA-Präsidium schlägt deshalb vor, sich im weiteren Verlauf dieser Sitzung auf die Diskussion der KTA-Fachregelarbeit zu beschränken.

1.1.7 Dokumentation

Zur Dokumentation der bisher erreichten Ergebnisse erstellte die KTA-Geschäftsstelle für jede der 7 KTA-Basisregeln einen Sachstandsbericht.

1.2 Inhalt

Dieser Sachstandsbericht der KTA-Geschäftsstelle gibt den Stand der Arbeiten an Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“ mit Stand vom April 2004 wieder.

1.3 Zu erarbeitende Regeln

Schwerpunkt des Arbeitsprogramms KTA 2000 ist neben der Zusammenstellung der Sicherheitsgrundsätze die Einführung von schutzzielorientierten Basisregeln auf der zweiten Ebene der KTA-Regelpyramide.

Insgesamt sollen sieben KTA-Basisregeln erstellt werden.

Vier Basisregeln sollen sich mit den technischen Schutzzielen der Reaktorsicherheit befassen:

a) Kontrolle der Reaktivität,
b) Kühlung der Brennelemente,
c) Einschluss der radioaktiven Stoffe,
d) Begrenzung der Strahlenexposition.

Drei Basisregeln sollen die allgemeinen Anforderungen an Auslegung, Bau und Betrieb von Kernkraftwerken zum Gegenstand haben:

a) Allgemeine technische Anforderungen
b) Methodik der Nachweisführung
c) Personell organisatorische Maßnahmen

2 Auftrag des KTA

Das KTA-Präsidium hat auf seiner 63. Sitzung am 5. Mai 1998 über das Arbeitsprogramm KTA 2000 beraten und vorgeschlagen, es zu verwirklichen.

Der Kerntechnische Ausschuss (KTA) hat auf seiner 52. Sitzung am 16. Juni 1998 in Salzgitter den Unterschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZ (UA-PG) beauftragt, federführend den Entwurf zur

Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“

mit Dokumentationsunterlage durch ein Arbeitsgremium erarbeiten zu lassen und diesen Entwurf sowie eine Beschlussvorlage dem KTA vorzulegen (Beschluss-Nr. 52/10.1/2).

3 Erarbeitung der Regel KTA-BR 2

3.1 Beteiligte Personen

3.1.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums

An der Erarbeitung/Fertigstellung der Basisregel 2 mit Dokumentationsunterlage waren im Arbeitsgremium folgende Mitglieder beteiligt:

Obering. Dipl.-Phys. H.-O. Evers	Technischer Überwachungs-Verein Nord e. V., Hamburg (Obmann bis 28.02.2002)
Dipl.-Ing. D. Fischer	Bayernwerk Kernenergie GmbH, München (Erarbeitung)
Dr. H. Kalinowski	Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter
Dr. R. Kirmse	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching (Obmann ab 01.03.2002)
Dipl.-Ing. F. Meynen	EnBW Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Philippsburg, Philippsburg
Dipl.-Ing. S. Seifert	Bayernwerk Kernenergie GmbH, München (Erarbeitung)
Dr. F. Sommer	PreussenElektra Kernkraft GmbH & Co. KG, Hannover (Erarbeitung)
Dipl.-Phys. U. Waas	Framatome ANP - GmbH, Erlangen
Dipl.-Ing. R. Wohlstein	E.ON Kernkraft GmbH, Hannover

3.1.2 Zugezogene Fachleute

Dr. M. Maqua	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching
Dipl.-Ing. W. Pointner	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching

3.1.3 Zusammensetzung des KTA-Unterausschusses Programm und Grundsatzfragen (UA-PG)

Vertreter der Hersteller und Ersteller von Atomanlagen:

Dr. B. Hubert (Framatome Advanced Nuclear Power (FANP) GmbH)
Stellvertreter: Dr. U. Krugmann (Framatome Advanced Nuclear Power (FANP) GmbH)

Vertreter der Betreiber von Atomanlagen:

Prof. Dr.-Ing. D. Brosche (Obmann, E.ON Energie AG)

Dipl.-Ing. W. Schwarz (Gemeinschaftskernkraftwerke Neckar GmbH)
Stellvertreter: Dr. K. Schmidt (EnBW Kraftwerke AG)

Dr. M. Micklinghoff (E.ON Kernkraft GmbH)
Stellvertreter: Dr. H. Pamme (RWE Power AG)

Vertreter des Bundes und der Länder:

MinR D. Majer (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
Stellvertreter: OAR H. Gawor (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

MinDirig Dr. D. Keil (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg)
Stellvertreter: GDir T. Wildermann und
MinR B. Wihlfahrt (Innenministerium Mecklenburg-Vorpommern)

MinR P. Heß (Ministerium für Finanzen und Energie Schleswig-Holstein)
Stellvertreter: RDir L. Frischholz (Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten) und
Ltd. MinR W. Sieber (Niedersächsisches Umweltministerium)

Vertreter der Gutachter und Beratungsorganisationen:

Dr. G. Straub (TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH)
Stellvertreter: Dipl.-Ing. H. Staudt (Verband d. Technischen Überwachungs-Vereine e. V.)

Dipl.-Ing. K.-D. Bandholz (für RSK, Energiesysteme Nord (ESN) GmbH

Vertreter sonst. Behörden, Organisationen und Stellen:

Dr.-Ing. J. Steuer (DIN Deutsches Institut für Normung e. V.)
Stellvertreter: Dr. M. Seidel (DIN Deutsches Institut für Normung e. V.)

Dipl.-Ing. K. D. Nieuwenhuizen (Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik)
Stellvertreter: Dr. G. Seitz (Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik)

H. Schneeweiß (für DGB, Kernkraftwerk Obrigheim GmbH)
Stellvertreter: G. Reppien (für DGB, Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH, Kernkraftwerk Emsland)

3.1.4 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

Dr. G. Roos

Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter

3.2 Erarbeitung des Regelentwurfs

3.2.1 Erstellung des Regelentwurfsvorschlages

(1) Der KTA-Unterausschuss UA-PG hat auf seiner 7. Sitzung am 3. September 1998 in Köln beschlossen, die KTA-Sicherheitsgrundlagen und 7 KTA Basisregeln durch Arbeitsgremien erarbeiten zu lassen.

(2) Für das Arbeitsgremium Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“ wird als Obmann Obering. Dipl.-Phys. H.-O. Evers, Technischer Überwachungs-Verein Nord e. V., benannt. Als stellvertretender Obmann wird Dipl.-Ing. U. Waas, vormals Siemens Nuclear Power GmbH, nunmehr Framatome, Advanced Nuclear Power (FANP)-GmbH, benannt. Durch die Verabschiedung von Evers in den Ruhestand übernimmt ab 1. März 2002 Dr. Kirmse, GRS mbH, die Obmannschaft.

(3) Das Arbeitsgremium hat in den folgenden Sitzungen den vorliegenden Regelentwurfsvorschlag erarbeitet:

Sitzung	**Datum**	**Ort**
1.	16.12.1998	Hamburg
2.	19.01.1999	Salzgitter
3.	23.02.1999	Garching
4.	28.09.1999	München
5.	19.01.2000	Erlangen
6.	30./31.05.2000	Hamburg
7.	20./21.11.2001	Salzgitter
8.	19./20.03.2002	Hamburg
9.	12.06.2002	Garching
10.	10.04.2003	Garching
11	26.11.2003	Garching

(4) Darüber hinaus wurden Entwürfe der Basisregel Nr. 2 mehrfach in Sitzungen der „Fachgespräche der Obleute“ intensiv diskutiert.

(5) Es fanden regelmäßige Abstimmungsgespräche zwischen Basisregel Nr. 2 und Basisregel Nr. 1 „Kontrolle der Reaktivität“ statt.

(6) Auf seiner 14. Sitzung am 24. und 25. Oktober 2001 in Erlangen hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok.-Nr. BR2/01/1) für den Fraktionsumlauf (15. Dezember 2001 bis 1. März 2002) freizugeben. Diese Regelentwurfsvorlage (Fassung 12/02) ist in **Anlage 1** enthalten. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.

(7) Nach der 7. Sitzung des Arbeitsgremiums am 20. und 21. November 2001 wurde der Regelentwurfsvorschlag im schriftlichen Verfahren einstimmig als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok.-Nr. BR2/01/1) für den Fraktionsumlauf verabschiedet.

Im Fraktionsumlauf gingen von den folgenden Einwendern Stellungnahmen ein:

- Framatome ANP
- VGB Arbeitskreis „Qualitätsmanagement im Kernkraftwerk“
- Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
- Niedersächsisches Umweltministerium
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- EnBW Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Philipsburg
- E.ON Kernkraft GmbH
- Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik
- Verband der Technischen Überwachungsvereine (VdTÜV)

(8) Das Arbeitsgremium Basisregel 2 hat die während des Fraktionsumlaufs eingegangenen Vorschläge auf seiner 8. Sitzung am 19. und 20. März 2002 eingehend beraten. Der Regelentwurfsvorschlag wurde einstimmig zur Vorlage an den Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) verabschiedet mit der Bitte, diesen als Regelentwurfsvorlage dem KTA auf seiner nächsten Sitzung vorzulegen. Die zum Fraktionsumlaufs eingegangenen Vorschläge sind zusammen mit den Bewertungen des Arbeitsgremiums in **Anlage 2** zusammengestellt. **Anlage 3** enthält den der daraufhin überarbeiteten Regelentwurfsvorschlag KTA-BR 2 (Fassung 03/04)

(9) Auf dem 13. „Fachgespräch der Obleute“ am 3. bis 5. April 2002 wurde daraufhin eine erneute Abstimmung zwischen den Basisregeln vorgenommen, und auch die Obleute verabschiedeten die BR 2 einstimmig an den UA-PG zur Vorlage als Regelentwurf auf der 56. KTA-Sitzung.

(10) Auf seiner 15. Sitzung am 16./17. April 2002 hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und mehrheitlich beschlossen, dem KTA zu empfehlen, die Regelentwurfsvorlage Basisregel 2 (KTA-Dok.-Nr. BR 2/02/1) als Regelentwurf aufzustellen.

(11) Auf der 56. KTA-Sitzung am 18. Juni 2002 erfolgte keine Abstimmung über die Beschlussvorlage zu KTA-Basisregel 2. Der KTA nahm jedoch die Basisregel 2 als geeignete Grundlage für einen Regelentwurf zustimmend zur Kenntnis.

(12) Auf seiner 16. Sitzung am 24. September 2002 hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag Basisregel 2 beraten und beschlossen, alle sieben Basisregeln in einen gemeinsam Fraktionsumlauf zu entsenden.

(13) Auf dem 20. „Fachgespräch der Obleute“ am 2. bis 4. Dezember 2002 wurde eine erneute Abstimmung zwischen den Basisregeln vorgenommen, und auch die Obleute verabschiedeten die BR 2 nochmals einstimmig an den UA-PG zur Vorlage als Regelentwurf auf der 57. KTA-Sitzung. Das Arbeitsgremium der Basisregel 2 hat im Dezember im schriftlichen Verfahren diesem abgestimmten Entwurf zugestimmt .

(14) Auf seiner 17. Sitzung am 17. und 18. Dezember 2002 in München hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok.-Nr. BR2/02/2) für den Fraktionsumlauf (bis 15. März 2003) freizugeben. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.

(15) Auf seiner 10. Sitzung am 10. April 2003 und seiner 11. Sitzung am 26. November 2003 in Garching diskutierte das Arbeitsgemium die zum Fraktionsumlauf eingegangenen Stellungnahmen und erarbeitete eine neue Fassung der Basisregel 2 (siehe **Anlage 3**).

3.2.2 Erstellung des Regelentwurfes

Das Projekt ruht seit Mitte 2003.

3.2.3 Erstellung der Regelvorlage

Das Projekt ruht seit Mitte 2003.

3.3 Ausführungen zur Regelerstellung

(1) Zur Erstellung der Basisregel Nr. 2 „Kühlung der Brennelemente“ wurden relevante übergeordneten Anforderungen aus den KTA-Fachregeln zusammengestellt und Sinne der Schutzzielorientierung neu formuliert.

Zur Erstellung der Basisregel wurden u. a. folgende Dokumente herangezogen:

- KTA 3101.1 (2/80)
- KTA 3101.2 (12/87)
- KTA 3301 (11/84)
- KTA 3303 (6/90)
- KTA 3602 (6/90)
- BMI-Sicherheitskriterien (10/77 ff)
- Störfall-Leitlinien (10/83)
- RSK-Leitlinien für DWR (10/81)
- verschiedene RSK-Empfehlungen
- Schutzzielorientierte Gliederung des Regelwerks (2/93 und 5/95)
- Schutzzielorientierte Gliederung des Regelwerks (BfS-KT-17/97)
- INSAG-3 „Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants“ (3/98)
- „Schutzzielorientierte Anforderungen für die PSÜ für DWR“,TÜV Bayern Energietechnik (3/96)

(2) Im Folgenden werden weitere Begriffe aufgeführt, die als Beiträge der Arbeitsgruppe BR 2 für zukünftige Bemühungen anzusehen sind, um für alle Basisregeln zu einer konsistenten und systematischen Verwendung einheitlicher Begriffe zu gelangen. Nach einer Festlegung auf diese und andere Begriffe (siehe hierzu die Kapitel zu den Begriffen in allen Basisregeln) würde der vorliegende Text der Basisregel 2 nochmals überarbeitet, um eine konsistente Nutzung der Begriffe zu gewährleisten.

- Nachweiswerte

  Nachweiswerte sind Parameterwerte physikalischer Größen, für die Nachweise der Zulässigkeit stationärer oder transienter System- oder Anlagenzustände geführt wurden.

- Technologische Grenze

  Die technologische Grenze ist der Wert einer physikalischen Größe, die zur Beschreibung jenes Zustandes von Komponenten, Systemen oder darin enthaltenen Medien benutzt wird, bei dessen Überschreiten ein Versagen der betrachteten Komponente oder des betrachteten Systems nicht mehr auszuschließen ist.

- Vorgeschriebene Grenzwerte

  Vorgeschriebene Grenzwerte sind Grenzwerte, die von der zuständigen Behörde festgelegt oder akzeptiert worden sind.

- Schutzzielkriterien

  Schutzzielkriterien umfassen diejenigen Kriterien, anhand derer die Einhaltung von Schutzzielen beurteilt wird. Insbesondere handelt es sich hierbei um Kriterien zur Integrität und Funktion von Barrieren innerhalb des Barrierenkonzepts.

Anlage 1

KTA-Basisregel Nr. 2
„Kühlung der Brennelemente“

(Fassung 12/02)

Sicherheitstechnische Regel des KTA

Regelentwurfsvorlage
Fassung Dezember 2002
KTA-Dok.-Nr. BR2/02/2

KTA Basisregel 2

Kühlung der Brennelemente

Der KTA-Unterausschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG) beabsichtigt, dem KTA zu empfehlen, den hier wiedergegebenen Text als Regelentwurf zu verabschieden. Dieser Text wird hiermit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Eventuelle Stellungnahmen bitten wir, einschließlich Begründung, bis zum **15. März 2003**
bei der Geschäftsstelle des Kerntechnischen Ausschusses beim Bundesamt für Strahlenschutz, Postfach 10 01 49, 38201 Salzgitter, einzureichen.

Inhalt

Seite

Grundlagen 16

1 Anwendungsbereich 16

2 Begriffe 16

3 Kühlung der Brennelemente 16

3.1 Allgemeines, übergeordnete Anforderungen 16

3.2 Sicherstellung Wärmeabfuhr 17

3.3 Sicherstellung Kühlmittelinventar 20

Anhang A: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird 25

Anhang B (informativ): Zusammenstellung der technischen Nachweiskriterien für die Analyse von Ereignisabläufen und Anlagenzuständen hinsichtlich Einhaltung der Schutzziele getrennt nach Sicherheitsebenen 26

Anhang C: Zusammenstellung der bei der Kern-/Brennelementauslegung zu berücksichtigenden Parameter mit Einfluss auf die Kühlung der Brennelemente und Nachweisgang der ausreichenden thermohydraulischen Auslegung 31

Anhang D: Zusammenstellung zu überwachender Parameter, die das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ betreffen 32

Dokumentationsunterlage zur Erstellung der KTA-Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“ 33

Grundlagen

Zielsetzung, Aufbau und Anwendungsbereich des Vorhabens KTA 2000 sind im Abschnitt 1 der KTA-Sicherheitsgrundlagen enthalten.

1 Anwendungsbereich

(1) Die Basisregel 2 konkretisiert das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ für Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren gemäß den Ebenen des gestaffelten Sicherheitskonzeptes. Sie enthält ausführungsunabhängige sicherheitstechnische Anforderungen, die bei Planung, Errichtung und Betrieb von Leichtwasserreaktoren zugrunde zu legen sind.

Die Basisregel darf sinngemäß auch für thermische Versuchs- und Forschungsreaktoren angewendet werden

(2) Die Basisregel 2 ist bei Auslegung und Betrieb des Reaktorkerns sowie aller Systeme und Einrichtungen anzuwenden, soweit hier die Kühlung der Brennelemente betroffen ist. Die Anwendung bezieht sich

a) beim DWR auf den Primärkühlkreislauf einschließlich der Not- und Nachkühlsysteme, Sekundärkreislauf einschließlich der Notspeisesysteme, das Brennelement-Lagerbecken und den Sicherheitsbehälter,

b) beim SWR auf den gesamten Speisewasserdampfkreislauf einschließlich Reaktordruckbehälter, Druckentlastung und -begrenzung, die Kondensationskammer, die Nachspeise- und Nachkühlsysteme, das Brennelement-Lagerbecken und den Sicherheitsbehälter,

c) und für beide Anlagentypen auf die jeweils nachgelagerten Kühlketten einschließlich der Wärmesenken.

Hinweis:
Die Kühlung der Brennelemente im Brennelement-Trockenlager ist nicht Gegenstand dieser Regel, da die Wärmeabfuhr aus dem Lager für neue Brennelemente auch für Einlagerung wärmeentwickelnder Brennelemente, z.B. MOX, grundsätzlich durch die aus betrieblichen Gründen bestehende Belüftung gegeben ist. Hinsichtlich der Kritikalitätssicherheit wird das Trockenlager im BR1 (und damit auch in Anhang B und Basisregel 6) behandelt.

(3) Die Basisregel gilt für alle stationären und transienten Anlagenzustände des Leistungsbetriebs, der Betriebsphasen des Ab- und Anfahrens, des Anlagenstillstands, des BE-Wechsels.

(4) Integritätsanforderungen und übergeordnete Anforderungen an die Auslegung (z. B. gegen Belastungen), die Ausführung sowie die Funktionstüchtigkeit und deren Überwachungsmaßnahmen der zur Kühlung der Brennelemente (Sicherstellung Wärmeabfuhr und Kühlmittelinventar) herangezogenen Einrichtungen (z. B. Systemtechnik, Energieversorgung, Leittechnik, Festigkeit und Funktion von Armaturen/Pumpen) werden in anderen Basisregeln behandelt (BR 3, BR 5).

(5) Besondere Anforderungen im Hinblick auf die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit notwendiger Funktionen dieser Einrichtungen für die Sicherstellung der Kühlung der Brennelemente (z. B. Einzelfehlerkriterium und Auslegungskriterien wie Redundanz, Diversität, räumliche Trennung, baulicher Schutz, Entkopplung, Fail-Safe-Verhalten, Automatisierung sowie auch Prüfungen und Personalhandlungen) werden in den Basisregeln 5, 6 und 7 behandelt.

(6) Auf besondere Schnittstellen zu anderen Basisregeln wird durch entsprechende Verweise im Text hingewiesen.

2 Begriffe

(1) Anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen

Anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen werden im auslegungsüberschreitenden Bereich angewendet

a) zur Verhinderung der Ausweitung eines (Auslegungs-) Störfalls in einen schweren Störfall (präventive Maßnahmen),

b) zur Milderung der Auswirkungen solcher schwerer Störfälle (mitigative Maßnahmen), und

c) zur Erlangung eines langfristig sicheren Anlagenzustandes.

(2) Grenzwert

Grenzwerte sind diejenigen Werte der Zustandsgrößen von Anlagenteilen, Systemen oder darin enthaltenen Medien, bei deren Einhaltung ein Versagen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen mit angemessenem Sicherheitsabstand ausgeschlossen ist. (KTA-Begriffesammlung)

(3) Nachweiskriterien (technische)

Vorgelagerte technische Kriterien (Grenzwerte physikalischer Zustandsgrößen), bei deren Beachtung die radiologischen Kriterien in jedem Fall eingehalten sind.

(4) Radiologische Kriterien

Grenzwerte für den bestimmungsgemäßen Betrieb nach § 47 StrlSchV und im Auslegungsbereich Störfallplanungswerte nach § 49 StrlSchV für die effektive Dosis und Teilkörperdosen (s. StrlSchV).

(5) Repräsentativer Ereignisablauf

Ereignisablauf, der sich nach dem Eintritt eines angenommenen Ereignisses ergibt, beeinflußt von Gegenmaßnahmen und weiteren Versagens- oder Ausfallpostulaten, und der abdeckend hinsichtlich der Anforderungen an Sicherheitsfunktionen für eine Anzahl von Ereignisabläufen steht.

(6) Schutzziel/Teilschutzziel/Sicherheitsfunktion

Den Schutzzielen

a) Kontrolle der Reaktivität,

b) Kühlung der Brennelemente,

c) Einschluß der radioaktiven Stoffe und

d) Begrenzung der Strahlenexposition

lassen sich Sicherheitsfunktionen zuordnen, die zum Erreichen der Schutzziele erforderlich sind. Diese Sicherheitsfunktionen wiederum umfassen aktive, insbesondere verfahrenstechnische Maßnahmen (z. B. Kühlmittelergänzung) und passive Maßnahmen (z. B. Sicherheitsbehälter). Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit kann zwischen den Gliederungsebenen „Schutzziel“ und „Sicherheitsfunktion“ eine weitere Gliederungsebene „Teilschutzziel“ eingeschoben werden.

(7) Versagensgrenze / technologische Grenze

Versagensgrenze oder technologische Grenze ist der Wert einer Zustandsgröße, bei dem kein Sicherheitsabstand zum Versagen betroffener Komponenten oder Einrichtungen besteht.

3 Kühlung der Brennelemente

3.1 Allgemeines, übergeordnete Anforderungen

(1) Das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ muss für alle Zustände, Vorgänge und Ereignisse der Sicherheitsebenen 1 - 3 erreicht werden. Für die Sicherheitsebene 4a muss das Schutzziel durch anlagenspezifische Maßnahmen erreicht werden. Für die Sicherheitsebene 4b ist das Schutzziel im Hinblick auf die Vermeidung schwerer Kernschäden durch anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen einzuhalten.

(2) Zum Erreichen des Schutzzieles müssen folgende Teilschutzziele bzw. Gruppen von Sicherheitsfunktionen (siehe Anhang A) erfüllt werden:

a) Sicherstellung der Wärmeabfuhr, d.h. des Wärmetransports von den Brennelementen bis zur Wärmesenke, durch
   aa) Wärmeabfuhr aus den Brennstäben, Brennelementen bzw. aus dem Kern,
   ab) Sekundärseitige Wärmeabfuhr (DWR),
   ac) Kondensationskammer Wärmeabfuhr (SWR),
   ad) Brennelementbecken Wärmeabfuhr,
   ae) Sicherheitsbehälter Wärmeabfuhr,
   af) Wärmeabfuhr durch Kühlketten (bis zur Wärmesenke)
b) Sicherstellung eines für die Kühlung der Brennelemente ausreichenden Wasser-/Kühlmittelinventars durch Ergänzung aus bereitgestellten Speichern und durch Begrenzung der Verluste, d.h. durch
   ba) Kühlmittelergänzung,
   bb) Begrenzung Kühlmittelverlust,
   bc) Dampferzeugerbespeisung (DWR)
   bd) Begrenzung Wasser-/Dampfverlust aus Sekundärkreislauf (DWR),
   be) Ergänzung Kondensationskammerinventar (SWR)
   bf) Begrenzung Wasserverlust aus der Kondensationskammer (SWR)
   bg) Brennelementbecken-Wasserergänzung,
   bh) Begrenzung Brennelementbecken-Wasserverlust.

(3) Die Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen sind zu erfüllen durch

a) die Auslegung des Reaktorkerns und der Brennelemente sowie der Systeme und Komponenten zur Kühlung der Brennelemente,
b) Einrichtungen und Maßnahmen zur Überwachung von Parametern, die die Kühlung der Brennelemente beeinflussen, und
c) den Nachweis der Beherrschung aller zu unterstellender Ereignisse, indem die für die einzelnen Sicherheitsebenen festgelegten Nachweiskriterien eingehalten werden (siehe Anhang B).

(4) Bei der Kernauslegung sind alle bedeutsamen, die Kühlung beeinflussenden Parameter zu berücksichtigen. Diese sind in Anhang C angegeben.

H i n w e i s :
Die Zulässigkeit von Kernauslegungen kann dadurch nachgewiesen werden, dass die Einhaltung der Schutzziele für bestimmte Bandbreiten der die Kernauslegung kennzeichnenden Parameter nachgewiesen wird.

Hierzu gehören auch die Nachweisgrenzen für die die Ereignisablaufanalysen (vgl. Absatz (7)) beeinflussenden Parameter, innerhalb derer die Beherrschung der Ereignisse abdeckend nachgewiesen wurde.

Solange die Parameterwerte der bei Kernnachladungen realisierten Folgekerne innerhalb dieser Bandbreiten bleiben, sind die entsprechenden Nachweise weiterhin gültig.

Derartige zyklusübergreifende Nachweise und die als zulässig nachgewiesenen Bandbreiten der Parameter können z. B. in sogenannten sicherheitstechnischen Rahmenbedingungen für Reaktorkerne zusammengefasst werden.

(5) Bei der Auslegung der Systeme, Einrichtungen und Komponenten zur Kühlung der Brennelemente sind alle Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen gemäß den Kap. 3.2 und 3.3 zu berücksichtigen.

(6) Alle wesentlichen, die Kühlung von Brennelementen beeinflussenden Parameter sind - abhängig von Anlagenzuständen und Parameteränderungsgeschwindigkeiten - kontinuierlich, periodisch oder zustandsbezogen hinreichend zuverlässig zu überwachen, soweit dies zur Kontrolle der Einhaltung der Nachweiskriterien für die Sicherheitsfunktionen und damit zum Nachweis der Schutzzielerfüllung (vgl. (11) und Anhang B) erforderlich ist. Die für das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ zu überwachenden Parameter sind im Anhang D angegeben.

(7) Zur Bewertung der Beherrschung von Ereignissen hinsichtlich des Schutzzieles „Kühlung der Brennelemente“ sind grundsätzlich diejenigen Ereignisse zu berücksichtigen, die

a) zur Verringerung einer noch ausreichenden Wärmeabfuhr aus den Brennelementen (jeweils im Vergleich zur erzeugten Wärme) oder
b) zur Verringerung eines für die Kühlung der Brennelemente noch ausreichenden Wasser-/Kühlmittelinventars

führen können.

H i n w e i s e:
(1) Die zu betrachtenden Ereignisse einschließlich der Randbedingungen und Ausfallannahmen sowie Art und Umfang der Nachweise sind in BR 6 geregelt.

(8) Die zustandsabhängig abzuführenden Wärmeleistungen sind zu berücksichtigen. Bei transienten Vorgängen ist erforderlichenfalls die Wärmekapazität von Strukturen und Wasservorräten zu berücksichtigen bzw. darf entlastend (bei Wärmespeicherung) angesetzt werden. Bei der Festlegung der Kapazität der Einrichtungen zur Wärmeabfuhr darf der Energieaustrag aus dem Leck entlastend berücksichtigt werden.

(9) Das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ wird dann erreicht, wenn bei den zu untersuchenden Ereignissen durch hinreichend zuverlässige Sicherheitsfunktionen gemäß den Sicherheitsebenen gestaffelte Anforderungen erfüllt werden. Dies ist dann gewährleistet, wenn die in der schutzzielzugeordneten Zusammenstellung der Nachweiskriterien (siehe Anhang B) für die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ (BR 1) und „Kühlung der Brennelemente“ (BR 2) hinsichtlich der thermisch-mechanischen Belastung der Brennelemente, der Abschalt-/ Unterkritikalitätssicherheit des Kerns, der Nachkühlbarkeit des Kerns sowie der Unterkritikalität und Kühlung bei der Brennelementhandhabung und -lagerung relevanten Kriterien in der Gesamtheit eingehalten werden.

(10) Die Anforderungen an die Wärmeabfuhr und an die Ergänzung von Kühlmittel- und Wasserinventaren sind auch abhängig von der Höhe der thermischen Leistung im Reaktorkern sowie von Systemdrücken. Sie sind deshalb immer im Zusammenhang zu sehen mit den auf der jeweiligen Sicherheitsebene geforderten Sicherheitsfunktionen zur Begrenzung und Verminderung der Reaktivität, Leistung und Leistungsdichte, zur Sicherstellung der Abschaltung (siehe BR 1), zur Druckbegrenzung (siehe BR 3) und zur Druckentlastung (siehe nachfolgend).

3.2 Sicherstellung Wärmeabfuhr

3.2.1 Wärmeabfuhr aus dem Kern

H i n w e i s :
Die Wärmeabfuhr aus dem Kern umfasst den Wärmetransport von den Brennelementen
a) beim DWR bis zu einem Wärmetauscher (Dampferzeuger oder Nachkühler)
b) beim SWR bis zu einem Wärmetauscher (Turbinenkondensator oder Nachkühler) oder einem Wärmespeicher (Kondensationskammer).

Dieser Wärmetransport durch das Kühlmittel erfolgt durch aktive Umwälzung, Naturumlauf oder Abströmung über Ventile (SWR) sowie bei Störfällen zusätzlich auch durch Verdampfung/Kondensation (DWR) bzw. Leckausströmung.

3.2.1.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Im bestimmungsgemäßen Betrieb sind Temperatur-, Druck-, Durchsatz- und Leistungsschwankungen, die zu einer Überschreitung der entsprechenden Nachweiskriterien (siehe Anhang B) der Brennelemente und weiterer zur Kühlung der Brennelemente erforderlicher Komponenten führen, zu vermeiden. Dabei sind Abstände von Nachweiskriterien derart durch Maßnahmen der Sicherheitsebenen 1 oder 2 einzuhalten, dass auch bei betrieblichen Transienten und bei Störfällen die jeweils hierfür geltenden Nachweiskriterien nicht überschritten werden.

Beim SWR ist - erforderlichenfalls in Verbindung mit einer kurzfristigen Abschaltung des Reaktors - insbesondere zu gewährleisten, dass jederzeit eine ausreichende Dampfabgabe durch zuverlässige Einrichtungen (Druckentlastungsventile) in die Kondensationskammer (z. B. Druckentlastung nach KMV oder Unterspeisungstransienten) erfolgen kann.

H i n w e i s :
Daher müssen Temperaturen und Füllstände des Kühlwassers in der Kondensationskammer so begrenzt werden, dass diese Wärmeabfuhr gewährleistet ist, siehe 3.2.3, 3.3.5 und 3.3.6.

(2) Nach Aufnahme des Nachkühlbetriebes über Kühler muss eine Wärmeabfuhr dauerhaft ohne Dampfbildung im Reaktorkühlsystem gewährleistet sein.

H i n w e i s :
Anforderungen der Sicherheitsebene 1/2 sind durch Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt.

(3) Ein Abfahren des Reaktorkühlsystems in den Zustand „drucklos“ muss jederzeit möglich sein.

H i n w e i s :
Anforderungen der Sicherheitsebene 1/2 sind durch Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt.

(4) Soweit ein Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb nicht hinreichend zuverlässig verhindert wird, sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, bevor Siedezustände im Reaktorkühlsystem erreicht werden.

H i n w e i s e:
(1) Einem Ausfall des Nachkühlbetriebs kann z.B. durch entsprechende Überwachung und rechtzeitiges Einspeisen begegnet werden.
(2) Die Karenzzeit nach einem Ausfall des Nachkühlbetriebs kann bis zu seiner rechtzeitigen Wiederaufnahme durch Anhebung des Füllstands im Reaktorkühlsystem verlängert werden.
(3) Beim DWR kann bei geschlossenem Reaktorkühlsystem auch die Wiederaufnahme der sekundärseitigen Wärmeabfuhr genutzt werden.

3.2.1.2 Sicherheitsebene 3

(1) Die Temperaturen der Brennstabhüllrohre sind - durch die Wärmeabfuhr so zu begrenzen, dass die für Störfälle spezifizierten und gestaffelten Nachweiskriterien (siehe Anhang B) eingehalten werden. Dabei soll

a) keine selbsterhaltende exotherme Zirkon-Wasser-Reaktion stattfinden,
b) die Duktilität der Hüllrohre nicht durch Zirkon-Oxidation unzulässig verringert werden,
c) die Kühlbarkeit des Reaktorkerns durch plastische Verformung der Brennstabhüllrohre nicht nachhaltig beeinträchtigt werden (siehe auch weitere Spezifizierungen im Anhang B).

(2) Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust und gleichzeitigem Sicherheitsbehälter-Bypass sind störfallbedingte Schäden an Brennstabhüllrohren zu vermeiden, im übrigen sind Nachweiskriterien der Ereignisklasse 3a einzuhalten.

(3) Zur Absicherung der Funktion und Integrität der zur Kernkühlung erforderlichen Komponenten und Bauteile sind die entsprechenden zulässigen Temperaturen und Drücke einzuhalten (siehe BR 3 und BR 5 hinsichtlich der Auslegungsanforderungen).

(4) Die Zufuhr nicht kondensierbarer Gase mit dem Kühlmittel, z. B. im Kühlmittel gelöstes Gas oder ein Eintrag von Treibgas der Druckspeicher (DWR) oder der Schnellabschalttanks (SWR), muss so begrenzt sein, dass diese den Kühlvorgang nicht entscheidend behindern. Beim DWR muss durch diese Begrenzung zusätzlich sichergestellt werden, dass eine Druckabsenkung im Primärkreis für eine dauerhafte Kühlmittelergänzung nicht behindert wird.

(5) Bei KMV-Störfällen mit Energieeintrag in den Sicherheitsbehälter ist durch die Wärmeabfuhr zu gewährleisten, dass die entsprechenden Auslegungswerte (Temperaturen, Drücke) des Sicherheitsbehälters (BR 3) und seiner Einbauten (BR 5) nicht überschritten werden. (Zur Kondensationskammer-Wärmeabfuhr beim SWR s. Abschn. 3.2.3)

(6) Langfristig müssen unterkühlte Zustände des Kühlmittels im Reaktorkern hergestellt und aufrechterhalten sowie das Reaktorkühlsystem in den Zustand „drucklos“ übergeführt werden können.

(7) Für den Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, bevor Zustände erreicht werden, in denen die BE, z.B. infolge Kühlmittelverlust durch Verdampfung aus dem Reaktorkühlsystem, nicht mehr mit Kühlmittel bedeckt sind oder in denen eine unzulässige Kondensatbildung im reflux-condensor-Zustand (DWR) erfolgt (s. BR 1).

H i n w e i s
Die Karenzzeit kann bis zur rechtzeitigen Wiederaufnahme des kontrollierten Nachkühlbetriebs durch Anhebung des Füllstands im Reaktorkühlsystem verlängert werden.

3.2.1.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch anlagenspezifische Maßnahmen der Wärmeabfuhr - ggf. im Zusammenwirken mit der Reduzierung der Spaltleistung (s. BR 1) und mit Druckbegrenzungseinrichtungen (s. BR 3) - die Nachweiskriterien (siehe Anhang B) eingehalten werden, d. h. es müssen Drücke und Temperaturen so begrenzt bleiben, dass die Integrität und Funktion der zur Kühlung der Brennelemente erforderlichen Komponenten nicht gefährdet werden.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen zur Vermeidung schwerer Kernschäden (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern noch gewährleisten bzw. die Ausweitung eines Kernschadens mindern (z. B. Maßnahmen zur primärseitigen Druckentlastung beim DWR).

3.2.2 Sekundärseitige Wärmeabfuhr (DWR)

H i n w e i s :
Die sekundärseitige Wärmeabfuhr beim DWR umfasst den Wärmetransport von der Sekundärseite der Dampferzeuger bis zum Kondensator bzw. bis zur Frischdampfabgabe an die Atmosphäre.

3.2.2.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Durch Dampfabgabe über die Turbine oder die Umleitstation an den Kondensator oder über die FD-Ventile an die Atmosphäre ist zu gewährleisten, dass die entsprechenden Nachweiskriterien gemäß Anhang B für

die Brennelemente/-stäbe eingehalten werden. Dies ist insbesondere dann gegeben,

a) wenn sekundär- und primärseitige Temperaturen und Drücke entsprechend dem Teillastdiagramm (mit begrenzten Abweichungen) eingehalten werden (Sicherheitsebene 1),

b) wenn Temperaturen und Drücke für Primär- und Sekundärseite auf zulässige Werte für die Sicherheitsebene 2 begrenzt bleiben, d. h. auf der Primärseite der Druck so begrenzt bleibt, dass das Ansprechen eines absperrbaren Druckhalter-Abblaseventil selten ist.

(2) Zur Absicherung einer geregelten Wärmeabfuhr müssen die FD-Sicherheitsventile absperrbar sein oder die Druck-Ansprechwerte für die Frischdampfabgabe über Umleitstation, Frischdampf-Abblaseregelventile und Frischdampf-Sicherheitsventile so gestaffelt sein, dass ein Ansprechen von nicht absperrbaren FD-Sicherheitsventilen vermieden wird.

3.2.2.2 Sicherheitsebene 3

Durch Dampfabgabe an die Atmosphäre über FD-Abblaseregelventile oder –sicherheitsventile (falls verfügbar vorgelagert über Umleitstation) ist zu gewährleisten,

a) dass durch Begrenzung des FD-Drucks die für die Sicherheitsebene 3 zulässigen Werte eingehalten werden (s. BR 3)

b) dass durch Absenkung des FD-Druckes Temperatur und Druck im Reaktorkühlsystem rechtzeitig abgesenkt werden können,

um

a) auf primärseitige Nachwärmeabfuhr überzugehen (vor Verbrauch der Speisewasservorräte),

b) die Leckageergänzung im Primärkreis mit den Niederdruck-Einspeisepumpen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters vor Abfall des Füllstandes unter Oberkante Kern vorzunehmen.

3.2.2.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch Dampfabgabe an die Atmosphäre über FD-Abblaseregelventile oder -Sicherheitsventile (falls verfügbar vorgelagert über die Umleitstation)

a) der FD-Druck auf die in der Sicherheitsebene 4a zulässigen Werte begrenzt werden (siehe BR 3),

b) der FD-Druck abgesenkt und damit die Anlage abgefahren werden, um vor dem Verbrauch der Speisewasservorräte einschließlich der Vorräte zu ihrer Ergänzung (siehe 3.3.3.3) auf primärseitige Nachwärmeabfuhr übergehen zu können.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen zur Vermeidung schwerer Kernschäden (siehe Anhang B) anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die eine sekundärseitige Wärmeabfuhr ermöglichen (z. B. sekundärseitige Druckentlastung und Bespeisung).

3.2.3 Kondensationskammer Wärmeabfuhr (SWR)

H i n w e i s e:
(1) Die Kondensationskammer-Wärmeabfuhr beim SWR umfasst den Wärmetransport aus der Wasserphase der Kondensationskammer bis zum ersten Wärmetauscher der Nachkühlkette.

(2) Die Kondensationskammer ist Bestandteil des Sicherheitsbehälters, die Sicherheitsfunktionen Wärmeabfuhr sowie Druck- und Temperaturbegrenzung (BR 3) sind daher gekoppelt (siehe auch 3.2.5).

(3) Bei der Ein-/Rückspeisung von Wasser in die Koka wird durch Sprühen die Gasphase gekühlt und ggf. vorhandener Wasserdampf kondensiert (siehe 3.3.5).

3.2.3.1 Sicherheitsebene 1/2

Durch die Wärmeabfuhr ist sicherzustellen, dass die Temperaturen in der Kondensationskammer auf zulässige Werte begrenzt bleiben (Vorhalt für Temperaturanstieg infolge Energieeintrag bei einer Druckentlastung des Reaktordruckbehälters sowie bei einer Druckbegrenzung).

3.2.3.2 Sicherheitsebene 3

Durch die Wärmeabfuhr ist sicherzustellen, dass die Temperaturen in der Kondensationskammer auf zulässige Werte begrenzt bleiben (Erhaltung der Druckabbausystem- und Druckentlastungs- und -begrenzungssystem-Funktion solange Dampf gebildet wird, danach ist die Abfuhr der Nachzerfallsleistung durch die Nachkühlsysteme ausreichend).

3.2.3.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch die Wärmeabfuhr die Temperaturen in der Kondensationskammer auf die für diese Fälle zulässigen Werte begrenzt werden (z. B. durch Notstandssysteme).

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die eine Kondensationskammer-Wärmeabfuhr ermöglichen.

3.2.4 Brennelementbecken-Wärmeabfuhr

Die vom (Betriebs-) Zustand abhängige Beladung des BE-Lagerbeckens (z.B. komplette Entladung des Kerns während der Revision) ist zu berücksichtigen.

H i n w e i s e:
(1) Die Brennelementbecken-Wärmeabfuhr umfasst die Wärmeabfuhr aus dem Brennelement-Lagerbecken bis zu einem Wärmetauscher.

(2) Die Wärmeabgabe durch Verdunstung, Konvektion, Wärmestrahlung und –leitung darf in Ansatz gebracht werden.

3.2.4.1 Sicherheitsebene 1/2

Der Wärmetransport aus dem Brennelement-Lagerbecken ist durch aktive Umwälzung oder Naturumlauf des Kühlmittels bis zum jeweiligen Wärmetauscher so zu gewährleisten, dass die für beide Ebenen jeweils zulässigen Temperaturen des Beckenwassers (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) eingehalten werden.

3.2.4.2 Sicherheitsebene 3

Der Wärmetransport aus dem Brennelement-Lagerbecken ist durch aktive Umwälzung oder Naturumlauf des Kühlmittels bis zum jeweiligen Wärmetauscher so zu gewährleisten, dass die für die Sicherheitsebene 3 zulässigen Temperaturen des Beckenwassers (Anhang B) eingehalten werden.

3.2.4.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch Wärmetransport aus dem Brennelement-Lagerbecken mittels aktiver Umwälzung oder Naturumlauf des Kühlmit-

tels bis zum jeweiligen Wärmetauscher die für die Sicherheitsebene 4a zulässige Temperatur des Beckenwassers (Anhang B) eingehalten werden.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen eine Kühlung durch andere Mechanismen möglich ist, z. B. durch Verdampfung/Wärmestrahlung im Lagerbecken (siehe Nachweiskriterium in Anhang B).

3.2.5 Sicherheitsbehälter Wärmeabfuhr

H i n w e i s e :
(1) Die Wärmeabfuhr aus dem Sicherheitsbehälter erfolgt im bestimmungsgemäßen Betrieb über Lüftungsanlagen (z. B. Umluftbetrieb über Kühler) und durch das betriebliche Kondensationskammerkühlen (SWR, 3.2.3) und bei Störfällen mit Kühlmittelverlust durch die primärseitige Wärmeabfuhr (3.2.1) und Kondensationskammer-Wärmeabfuhr (SWR, 3.2.3).

(2) Beim SWR erfolgt im KMV-Störfall die Wärmeabfuhr aus der Druck- in die Kondensationskammer durch das Druckabbausystem.

(3) Die Sicherheitsbehälter-Wärmeabfuhr ist als Sicherheitsfunktion für die Einhaltung des Schutzzieles Brennelement-Kühlung nicht erforderlich, sie ist jedoch eine sicherheitstechnisch wichtige Funktion zur Einhaltung des Schutzzieles Sicherheitsbehälter-Integrität (BR 3) sowie für die Auslegung/Funktionsfähigkeit der zur Kühlung der Brennelemente heranzuziehenden Einrichtungen (BR 5).

3.2.5.1 Sicherheitsebene 1/2

Die Temperaturen im Sicherheitsbehälter sind so zu begrenzen, dass die für den bestimmungsgemäßen Betrieb spezifizierten Werte des Sicherheitsbehälters (BR 3) bzw. spezieller betrieblicher Komponenten innerhalb des Sicherheitsbehälters eingehalten werden. (s. BR 5)

3.2.5.2 Sicherheitsebene 3

Die Temperaturen im Sicherheitsbehälter sind so zu begrenzen, dass die zulässigen Werte für Temperaturen und Druck bei Störfällen für den Sicherheitsbehälter (BR 3) und spezieller sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten (hier für die Kernkühlung) innerhalb des Sicherheitsbehälters (s. BR 5) eingehalten werden. Dies gilt sowohl für Kühlmittellecks (SWR, DWR) als auch für Sekundärkreislecks (DWR).

3.2.5.3 Sicherheitsebene 4

H i n w e i s :
Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a sind gegenüber den Störfällen der Sicherheitsebene 3 keine weiteren Maßnahmen zur Wärmeabfuhr erforderlich.

Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr aus dem Sicherheitsbehälter ermöglichen (z. B. gefilterte Druckentlastung mit Wassereinspeisung in den Sicherheitsbehälter oder das Reaktorkühlsystem).

3.2.6 Wärmeabfuhr durch Kühlketten (bis zu Wärmesenken)

H i n w e i s e :
(1) Die Kühlketten dienen dem Wärmetransport von
a) den Turbinenkondensatoren (siehe sekundärseitige Wärmeabfuhr, DWR, bzw. primärseitige Wärmeabfuhr, SWR),
b) den Nachkühlern (siehe primärseitige Wärmeabfuhr, Kondensationskammer-Wärmeabfuhr),
c) den Beckenkühlern (siehe Brennelementbecken-Wärmeabfuhr) sowie
d) den Komponentenkühlern und sonstigen Kühlstellen (s. BR 5)

bis zu Wärmesenken mit der Wärmeabgabe an die Umgebung (Gewässer, Atmosphäre).

(2) Wärmeabfuhr kann beim DWR auch über die Frischdampfarmaturen-Station erfolgen, dies stellt aber keine Kühlkette dar.

3.2.6.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Durch Wärmetransport/Wärmeabgabe ist zu gewährleisten, dass die für Brennstabhüllrohre und das Beckenwasser in Anhang B angegebenen Nachweiskriterien eingehalten werden. Dies ist insbesondere dann gegeben, wenn die für die einzelnen Kühlstellen spezifizierten maximalen Temperaturen (BR 5) eingehalten werden, selbst wenn ungünstige Umgebungsbedingungen vorliegen.

(2) Ein Abfahren des Reaktorkühlsystems in den Zustand „drucklos“ muss jederzeit möglich sein.

H i n w e i s :
Anforderungen der Sicherheitsebene 1/2 sind durch Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt.

3.2.6.2 Sicherheitsebene 3

Durch Wärmetransport und Wärmeabgabe ist zu gewährleisten, dass die für Störfälle in Anhang B angegebenen Nachweiskriterien für die Brennstäbe und das Beckenwasser eingehalten werden; dies gilt auch für die zulässigen Temperaturen (BR 3) für Sicherheitsbehälter (DWR) sowie Druck- und Kondensationskammer (SWR). Dies muss auch gelten, wenn folgende ungünstige Randbedingungen vorliegen (s. BR 5):

a) keine Wärmeabfuhr über die Turbinenkondensatoren (Hauptwärmesenke) und (nur beim DWR) keine sekundärseitige Wärmeabfuhr über die Frischdampfarmaturen-Station (z. B. bei mittlerem Leck),
b) maximal zu unterstellender Kühlungsbedarf für sonstige, zur Störfallbeherrschung genutzte Kühler,
c) maximal zu unterstellende Umgebungstemperaturen (Gewässer, Atmosphäre),
d) minimal zu unterstellende Kühlwasserzuflüsse (Eisbildung, Verschmutzung, Hoch-, Niedrigwasser, etc.).

3.2.6.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch Wärmetransport/Wärmeabgabe Temperaturen unter Zugrundelegung normaler Umgebungsbedingungen eingehalten werden, bei denen Versagensgrenzen derjenigen Komponenten nicht erreicht werden, die für eine ausreichende Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern und aus dem Brennelement-Lagerbecken gemäß den Nachweiskriterien (siehe Anhang B) erforderlich sind.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die bei Unverfügbarkeit der Kühlketten noch eine Wärmeabfuhr aus den zu kühlenden Komponenten ermöglichen (z. B. durch eine unabhängige Versorgung mit Feuerlöschwasser, Flusswasser), so dass eine Wärmeabfuhr aus dem Kern und dem Brennelement-Lagerbecken zur Erfüllung der Nachweiskriterien (siehe Anhang B) noch möglich ist.

3.3 Sicherstellung Kühlmittelinventar

H i n w e i s :
Eine notwendige Voraussetzung zur ausreichenden Wärmeabfuhr aus den Brennelementen im Kern und im Brennelement-Lagerbecken zur Erfüllung der Nachweiskriterien in Anhang B ist die Einhaltung des Teilschutzzieles „Sicherstellung eines ausreichen-

den Kühlmittel-/Wasserinventars“. Bei den nachfolgend formulierten Anforderungen an diesbezüglich erforderliche Sicherheitsfunktionen werden die letztlich zu erfüllenden und daher hier jeweils zu beachtenden Nachweiskriterien (siehe Anhang B) im Regelfall nicht mehr genannt, da diese überwiegend auf die Wärmeabfuhr fokussiert sind. Vorzugsweise werden hier funktions-/systemspezifische Kriterien angegeben.

3.3.1 Kühlmittelergänzung

H i n w e i s :
Die Kühlmittelergänzung umfasst die Einspeisung von Kühlmittel in das Reaktorkühlsystem aus

a) betrieblichen Kühlmittelspeichern (DWR),
b) Speichern im Speisewasserkreislauf (SWR),
c) Notkühlwasserspeichern, ggf. einschließlich Borsäurevorräten (DWR),
d) der Kondensationskammer (SWR),
e) dem Sumpf des Sicherheitsbehälters,
f) sonstigen Speichern (SWR),
g) Fluss- oder Brunnenwasser (SWR).

3.3.1.1 Sicherheitsebene 1/2

Kleine im bestimmungsgemäßen Betrieb mögliche Leckagen, z. B. Stopfbuchsleckagen von Pumpen oder Heizrohrleckagen (DWR) sowie Kühlmittelabströmungen durch Armaturen in Fehlstellung (SWR, Entlastungsventile) müssen bei den dann vorherrschenden Bedingungen (i. w. Drücke) durch Kühlmittelergänzung über Systeme in Betriebsfahrweisen überspeist werden können.

3.3.1.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei Leckstörfällen müssen auftretende Kühlmittelverluste durch Einspeisesysteme - ggf. im Zusammenwirken mit einer Druckabsenkung (DWR)/Druckentlastung (SWR) - so ergänzt werden können, dass die in Anhang B genannten Nachweiskriterien eingehalten werden. Dazu ist bei allen auf der Sicherheitsebene 3 zu unterstellenden Leckquerschnitten (siehe Basisregel 6) und Lecklagen der Reaktorkern

a) grundsätzlich mindestens mit 2-Phasen-Gemisch bedeckt zu halten oder
b) ausreichend schnell wieder zu fluten, falls der Gemischspiegel infolge der Leckverluste unter die Oberkante des Reaktorkerns abfallen sollte.

H i n w e i s e

Beim Umschalten zwischen Kühlmittelvorräten während der Einspeisung (DWR) bzw. beim Wechsel von Redundanten der Einspeisesysteme (SWR) ist eine einspeiselose Phase zulässig, wenn dabei kein Druckanstieg auftritt, der die weitere Einspeisung unzulässig behindert, und die in 3.3.1.2 (1) genannten Kriterien und Bedingungen eingehalten werden.

(2) Beim DWR muss die Kennlinie des HD-Einspeisesystems so festgelegt sein, dass der Kern durch Kühlmitteleinspeisung auch bei dem primärseitigen Sättigungsdruck bedeckt gehalten werden kann, der nach RESA aufgrund einer gesicherten und zuverlässigen sekundärseitigen Wärmeabfuhr (diese kann durch Dampfabgabe über FD-Sicherheitsventile bei Ansprechdruck oder über FD-Abblaseregelventile bei abgesenktem FD-Druck gewährleistet werden) maximal zu unterstellen ist.

Weiterhin müssen die Einspeisesysteme – erforderlichenfalls im Zusammenwirken mit druckabsenkenden Maßnahmen – das Reaktorkühlsystem so auffüllen können, dass keine unzulässige Kondensatbildung im „reflux condenser“ Zustand erfolgt (siehe BR 1).

(3) Beim DWR müssen die Notkühlwasservorräte so bemessen sein,

a) dass mit der Hochdruckeinspeisung Kühlmittel ergänzt werden kann, damit der Kern bedeckt bleibt, bis das Reaktorkühlsystem im Zusammenwirken mit dem sekundärseitigen Abfahren auf einen Druck reduziert ist, bei dem eine Ergänzung mit der Niederdruckeinspeisung möglich ist,
b) dass nach Einspeisung der Vorräte eine gesicherte Ansaugung der Niederdruckeinspeisung aus dem Sicherheitsbehälter-Sumpf möglich ist.

Beim SWR müssen die Notkühlwasservorräte so bemessen sein, dass das Kühlmittel immer ausreichend ergänzt werden kann und eine gesicherte Ansaugung der Niederdruck-Rückförderung aus dem Sicherheitsbehälter-Sumpf möglich ist.

H i n w e i s :
Anforderung hinsichtlich der Bemessung der Notkühlvorräte grundsätzlich abgedeckt durch Anforderung an Wasserinventar in der Kondensationskammer zur Sicherstellung der Kondensation.

(4) Die Sprödbruchsicherheit des Reaktordruckbehälters (BR 3) ist durch Abstimmung der Temperatur des Notkühlwassers mit den hydraulischen Verhältnissen und dem Druck beim Einspeisen zu gewährleisten.

H i n w e i s :
Diese Anforderung gilt auch, wenn bei Unterkühlungstransienten (DWR) bzw. Unterspeisungstransienten (SWR) die Notkühlwassereinspeisung ausgelöst wird, obwohl kein Leck im Reaktorkühlsystem vorliegt.

(5) Beim Ansaugen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters (DWR und SWR) bzw. der Kondensationskammer (SWR) müssen Vorkehrungen derart getroffen sein, dass die Kernkühlung (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) und insbesondere die Funktion des entsprechenden Einspeisesystems nicht durch Verstopfungen, z. B. infolge von abgerissenem Isoliermaterial, unzulässig beeinträchtigt wird (siehe Basisregel 5).

3.3.1.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a ohne Leck im Reaktorkühlsystem muss durch anlagenspezifisch angemessene Maßnahmen soweit für die Kernkühlung erforderlich Kühlmittel, das zur Druckabsicherung abgeblasen wird, wieder ergänzt werden können.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen zur Vermeidung schwerer Kernschäden (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen eine Ergänzung des Kühlmittels im Reaktordruckbehälter möglich ist (beim DWR z. B. Druckentlastung des Reaktorkühlsystems durch Öffnen von Ventilen - s. 3.2.1.3 (2) - mit nachfolgender Einspeisung der Notkühlsysteme, Kombinationsschaltung von Niederdruck- und Hochdruckpumpen bzw. Nutzung von Vorpumpen zur Hochdruckeinspeisung mit Sumpfansaugung; Brunnen- oder Flusswassereinspeisung oder Reaktivierung der Reaktorspeisewasserversorgung oder Hauptkondensatversorgung beim SWR).

H i n w e i s :
Bei der Dimensionierung der Einspeisesysteme wird - auch bei Nachweis begrenzter Leckquerschnitte (< 2F) - der Nachweis erbracht, dass diese in der Lage sind, bei Lecks bis zu einem Querschnitt entsprechend 2 F der HKL (DWR) bzw. der FD- oder SPW-Leitungen innerhalb des Sicherheitsbehälters (SWR) den Reaktorkern kurzfristig wieder zu fluten und dauerhaft mit Wasser bedeckt zu halten (siehe Nachweiskriterium in Anhang B).

3.3.2 Begrenzung Kühlmittelverlust

H i n w e i s :
Die Begrenzung Kühlmittelverlust umfasst

a) das Schließen von Armaturen in kühlmittelführenden Rohrleitungen (insbesondere Isolierung eines Lecks)
b) das Absperren von Rohrleitungen, über die im Sumpf des Sicherheitsbehälters angesammeltes Kühlmittel ablaufen oder abgepumpt werden könnte,
c) Maßnahmen zur Verringerung der Druckdifferenz zwischen Reaktorkühlsystem und Leckumgebung, um die Kühlmittelverlustrate zu reduzieren (z. B. Sprühen, Sekundärkreisabschluss des Frischdampfsystems mit Hochsetzen der Dampferzeuger-Druckabsicherung, Reduzierung der Nullförderhöhe der Hochdruck-Sicherheitseinspeisepumpen beim DWR; Druckentlastung von Hand oder automatisch beim SWR),
d) Maßnahmen bei Kühlerlecks (Absperrung/Beendigung einer Leckage außerhalb des Sicherheitsbehälters; die Absperrungen dienen neben dem Erhalt des Kühlmittelinventars auch der Begrenzung der Aktivitätsfreisetzung (s. BR 3 und 4)),
e) Maßnahmen zur Vermeidung von Lecks.

3.3.2.1 Sicherheitsebene 1/2

Kühlmittelleckagen über fehlerhaft offene oder undichte Armaturen in Anschlussleitungen des Reaktorkühlsystems müssen beendet werden können (z. B. Absperrung, kontrollierte Ableitung, Druckdifferenz reduzieren).

3.3.2.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust innerhalb des Sicherheitsbehälters sind die an den Sumpf des Sicherheitsbehälters anschließenden Rohrleitungen abzusperren, soweit dies für einen zur Ansaugung aus dem Sumpf ausreichenden Wasserstand erforderlich ist. Für eventuell nicht absperrbare Rohrleitungsabschnitte außerhalb des Sicherheitsbehälters sind zusätzliche Vorkehrungen gegen den Verlust von Kühlmittel zu treffen (z. B. Doppelrohrkonstruktionen bis zum ersten Absperrventil oder hochwertige Konstruktion, niedriges Spannungsniveau und wiederkehrende Prüfungen, s. BR 3, 5).

(2) Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust außerhalb des Sicherheitsbehälters sind die betroffenen Rohrleitungen so rechtzeitig und zuverlässig abzusperren (s. BR 6), dass die Kriterien aus 3.3.1.2 weiterhin erfüllt werden.

Bei Kühlerlecks (Schnittstelle Kühlmittel-HD-/ND-System) muss das Leck zuverlässig absperrbar sein oder das (Primär-)Kühlmittel muss in Verbindung mit Druckbegrenzungseinrichtungen des Anschlusssystems im Sicherheitsbehälter aufgefangen werden; für Dampferzeugerheizrohrlecks (DWR) gilt hier die sekundärseitige Anforderung 3.3.4.2 d).

H i n w e i s :
Kann bei entsprechend kleinem Querschnitt in der anschließenden Leitung, d.h. kleiner Leckrate, der Druck im Reaktorkühlsystem durch Abfahren der Anlage rechtzeitig abgesenkt werden, um die Leckage zu beenden bzw. langfristig zu ergänzen, gelten reduzierte Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Absperrmöglichkeit. Die Absperrung sollte nach Möglichkeit nahe am Reaktorkühlsystem erfolgen, so dass ggf. auch Lecklagen innerhalb des Sicherheitsbehälters abgesperrt werden können.

(3) Beim DWR muss ein Sprühen im Druckhalter zur Unterstützung der Druckabsenkung durch die sekundärseitige Wärmeabfuhr bei Ereignissen der Sicherheitsebene 3 möglich sein, soweit eine ausreichende Druckabsenkung nicht durch den Störfall selbst erreicht wird.

3.3.2.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a mit Kühlmittelverlust außerhalb Sicherheitsbehälter müssen durch anlagenspezifische Maßnahmen die aus dem Reaktorgebäude hinausführenden Rohrleitungen so rechtzeitig vom Reaktorkühlsystem abgesperrt werden können, dass die bei diesen Ereignissen verfügbaren Einspeisesysteme einen Füllstand im Reaktordruckbehälter derart sicherstellen, dass das Nachweiskriterium in Anhang B zur Kühlung des Kerns erfüllt wird.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b mit Kühlmittelverlusten außerhalb des Sicherheitsbehälters müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen unter Berücksichtigung einspeisbarer einschließlich zusätzlich zu erschließender, siehe auch 3.3.1.3 (2), Kühlmittelvorräte der Kühlmittelverlust nach außen derart begrenzt oder beendet wird, dass eine Kernkühlung gemäß Nachweiskriterium in Anhang B, noch ermöglicht werden kann (z. B. Maßnahmen bei Überflutung Frischdampfleitung mit eingeschränkten DDA bei SWR bzw. mit DE-Heizrohrversagen bei DWR, „kühlmittelsparende“ Handfahrweisen).

3.3.3 Dampferzeugerbespeisung (DWR)

H i n w e i s :
Die Dampferzeugerbespeisung umfasst die Einspeisung von Wasser in die Dampferzeuger aus
a) betrieblichen Speisewasservorräten,
b) Notspeisewasservorräten,
c) weiteren Deionat- oder sonstigen Wasservorräten.

3.3.3.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Im Leistungsbetrieb muss die Bespeisung der Dampferzeuger über betriebliche Systeme ausreichende Reserven haben, um kleinere Störungen (z. B. Störumschaltung bei Ausfall einer Hauptspeisewasserpumpe) kompensieren zu können.

(2) Im bestimmungsgemäßen Betrieb mögliche Verluste aus dem Speisewasser-Dampf-Kreislauf müssen durch betriebliche Systeme überspeist werden können.

(3) Die betrieblichen Speisewasser-/Deionatvorräte müssen so bemessen sein, dass sie auch beim Ausfall der Hauptwärmesenke zum Abfahren der Anlage auf primärseitige Wärmeabfuhr ausreichen.

3.3.3.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei Störfällen mit Anforderung an die sekundärseitige Wärmeabfuhr (3.2.2) sind die Dampferzeuger so durch Einspeisesysteme in Sicherheitsfahrweise (z. B. Notspeisesysteme) zu bespeisen, dass die in 3.2.2.2 genannten Kriterien eingehalten werden.

H i n w e i s e :

(1) Bei Störfällen ohne Leck bzw. mit absperrbaren Lecks im Speisewassersystem sollte eine ausreichende Bespeisung in Betriebsfahrweise möglich sein.

(2) Ein vorübergehender Füllstandsabfall ist zulässig, soweit die verbleibende wirksame Heizrohrfläche ausreicht, die Wärme aus dem Reaktorkühlsystem bei dort zulässigen Temperaturen und entsprechenden Drücken abzuführen (siehe 3.2.2.2).

(3) Falls das betriebliche Nachwärmeabfuhrsystem beim Ausgangszustand “Kühlkreislauf geschlossen“ (DWR) ausfällt, kann die Wärmeabfuhr an die Sekundärseite erfolgen. Bei längerfristiger Wärmeabfuhr muss mindestens ein Dampferzeuger sekundärseitig bespeist werden.

(2) Die Pumpenkennlinie der Einspeisesysteme muss so festgelegt sein, dass die erforderliche Wassermenge bei einem Gegendruck entsprechend dem maximalen Ansprechdruck der zuverlässig ausgeführten Frischdampf-Abgabe (Frischdampf-Sicherheitsventile oder Frischdampf-Abblaseventile) noch eingespeist werden kann.

(3) Die Deionatvorräte der Einspeisesysteme müssen so bemessen sein, dass die sekundärseitige Wärmeabfuhr entsprechend den in 3.2.2.2 genannten Kriterien ohne Ergänzung der Vorräte erfolgen kann, bis die Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkühlsystem durch die primärseitige Wärmeabfuhr übernommen werden kann.

3.3.3.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch die Einspeisesysteme grundsätzlich ausreichende Füllstände (siehe 3.3.3.2 Hinweise (2)) gehalten werden können.

Bei Füllstandsabfall infolge verspäteter oder verlangsamter Reduzierung der Spaltleistung (z. B. ATWS) muss nach Herstellung der Unterkritikalität der Füllstand wieder angehoben werden können.

Es müssen Einrichtungen und Massnahmen vorhanden sein, um die Speisewasservorräte gegebenenfalls zu ergänzen, z.B. durch Deionat, Trinkwasser, Flusswasser oder Brunnenwasser.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein

a) zur Ergänzung von Speisewasservorräten
b) zur Einspeisung von Wasser in die Dampferzeuger (z. B. Inhalt Speisewasserleitungen oder Speisewasserbehälter, externe Vorräte über Feuerlöschpumpen), um eine sekundärseitige Wärmeabfuhr im Zusammenhang mit den Maßnahmen aus 3.2.2.3 (z. B. Absenken des Frischdampfdruckes) zu ermöglichen.

3.3.4 Begrenzung Wasser/Dampfverlust aus Sekundärkreislauf (DWR)

H i n w e i s :
Die Begrenzung Wasser/Dampfverlust aus Sekundärkreislauf umfasst das Schließen von Armaturen im Speisewasser/Dampfkreislauf bzw. in daran anschließenden Rohrleitungen und ggf. das Abschalten von Pumpen.

3.3.4.1 Sicherheitsebene 1 und 2

Bei Wasser-/Dampfverlust außerhalb des Sicherheitsbehälters oder über sich fehlerhaft öffnende Armaturen muss dieser durch Schließen von Armaturen beendet werden können oder das Öffnen (der nicht-absperrbaren Armaturen) muss vermieden werden (z. B. durch Staffelung des Ansprechdrucks von Druckbegrenzungseinrichtungen).

3.3.4.2 Sicherheitsebene 3

Bei Störfällen mit Wasser-/Dampfverlust aus dem Speisewasser/Dampfkreislauf infolge Leck oder fehloffener Armatur muss die Leckstelle durch Armaturen abgesperrt werden können (ersatzweise Abschaltung von Pumpen), soweit dies erforderlich ist,

a) um die gemäss 3.3.3.2 (3) erforderlichen Wasservorräte der Einspeisesysteme sicherzustellen,
b) um eventuell unzulässige Auswirkungen einer Unterkühlungstransiente zu verhindern (s. BR 1: Rekritikalität; BR 3: Sprödbruchsicherheit Reaktordruckbehälter),
c) um langfristig einen unzulässigen Druckaufbau im Sicherheitsbehälter durch Speicherung der Nachwärme zu verhindern (BR 3),
d) um bei Lecks in DE-Heizrohren den Einschluss radioaktiver Stoffe zu erreichen (s. BR 3, 4).

H i n w e i s :
Eine Absperrung sollte über die genannten Anforderungen hinaus kurzfristig durchführbar sein, um möglichst rasch wieder einen stabilisierten Anlagenzustand zu erreichen.

3.3.4.3 Sicherheitsebene 4

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen anlagenspezifische Maßnahmen vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr gemäß den Bedingungen in 3.2.2.3 (1) ermöglichen; dazu können gehören

a) die Abtragbarkeit von Lasten aus einer Wasserbeaufschlagung der Frischdampfleitungen bis zu den Absperrarmaturen (s. BR 3)
b) die Absperrung der Frischdampf-/Speisewasserleitungen bei Brüchen außerhalb Reaktorgebäude.

3.3.5 Ergänzung Kondensationskammerinventar (SWR)

H i n w e i s e :

(1) Das Kondensationskammerinventar dient zur kurzfristigen Aufnahme der Nachwärme bei Nichtverfügbarkeit der Hauptwärmesenke und der im Reaktordruckbehälter gespeicherten Systemwärme sowie als Wasservorrat zur Bespeisung des Reaktordruckbehälters und zur Kondensation von Dampf (Druckabbau im Sicherheitsbehälter, Druckentlastung des Reaktordruckbehälters).

(2) Die Ergänzung des Kondensationskammerinventars umfasst Maßnahmen zur Einspeisung/Rückspeisung von Wasser in die Kondensationskammer, um die gemäß den Aufgabenstellungen erforderlichen Wasserstände zu halten.

3.3.5.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Mögliche Wasserverluste aus der Kondensationskammer müssen kompensiert werden können.

(2) Der Wasserstand in der Kondensationskammer ist auf den maximal zulässigen Wert zu begrenzen (Funktion Druckabbausystem).

3.3.5.2 Sicherheitsebene 3

Bei Leckstörfällen muss die Rückführung des Kühlmittels aus der Druckkammer in die Kondensationskammer gewährleistet sein, um einen ausreichenden Füllstand zur Erhaltung der Kondensationsfähigkeit - solange noch ein Dampfeintrag erfolgen kann - und danach zur gesicherten Reaktordruckbehälter-Einspeisung zu halten.

3.3.5.3 Sicherheitsebene 4

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a und Zuständen der Sicherheitsebene 4b müssen anlagenspezifische (4a) und anlageninterne (4b) Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, um Wasser in die Kondensationskammer einzuspeisen (z. B. Deionatvorräte, Feuerlöschwasser, Flusswasser, Brunnenwasser).

H i n w e i s :
Bei Ausfall (Entleerung) der Kondensationskammer ist in der Sicherheitsebene 4b eine Nachkühlbetriebsfahrweise unter Umgehung der Kondensationskammer gemäß 3.2.1.1 (2) ggf. noch möglich.

3.3.6 Begrenzung Wasserverlust aus der Kondensationskammer (SWR)

H i n w e i s :
Die Begrenzung des Wasserverlustes aus der Kondensationskammer umfasst konstruktive Vorkehrungen zur Integrität (BR 3) und Maßnahmen zur Absperrung von Rohrleitungen, die im Wasserbereich der Kondensationskammer anbinden sowie

Maßnahmen zur Begrenzung von Leckraten (z. B. Drosselblenden).

3.3.6.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Das Kondensationskammerinventar muss zur Sicherstellung der vollständigen Kondensation bei Abblasevorgängen und zur Einhaltung der maximal zulässigen Kondensationskammertemperatur als Ausgangszustand für Ereignisse der Sicherheitsebene 3 durch Maßnahmen zur Begrenzung des Mindestfüllstandes bereitgestellt werden.

(2) Betriebliche Leckagen müssen begrenzt werden können.

3.3.6.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei einem Leck in der Kondensationskammer ist der Inventarverlust so zu begrenzen, dass die Anlage vor einer unzulässigen Entleerung einen sicheren Reaktorzustand erreicht hat, d. h. eine Nachkühlbetriebsfahrweise unter Umgehung der Kondensationskammer gemäß 3.2.1.1 (2) eingestellt ist.

(2) Bei einem KMV ist eine vollständige Kondensation durch eine ausreichende Überdeckung der Düsenstöcke der Entlastungsleitungen und der Enden der Kondensationsrohre sicherzustellen, solange Dampf in den Kondensationsrohren und den Entlastungsleitungen strömt.

(3) Bei einem KMV muss zur Sicherstellung der Kernkühlung eine ausreichende Überdeckung der Saugöffnungen der Einspeise- und Nachkühlsysteme und eine ausreichende Saughöhe der Pumpen dieser Systeme gewährleistet sein.

(4) Bei einem KMV ist ein ausreichendes Wasserinventar bei zulässigen Wassertemperaturen einzuhalten, damit eine vollständige Kondensation gewährleistet ist und die Kondensationslasten unterhalb der zulässigen Werte bleiben (BR 3).

3.3.6.3 Sicherheitsebene 4

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a und Zuständen der Sicherheitsebene 4b sind anlagenspezifische Maßnahmen (4a) bzw. anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen zur Begrenzung des Wasserverlustes aus der Kondensationskammer bzw. zur Kompensation des Verlustes der Kondensation (nur Sicherheitsebene 4b) vorzusehen.

3.3.7 Brennelementbecken-Wasserergänzung

H i n w e i s :
Die Brennelementbecken-Wasserergänzung umfasst die Maßnahmen zur Einspeisung von boriertem Kühlmittel (DWR) oder Deionat - abhängig von der Auslegung zur Absicherung der Unterkritikalität. (s. BR 1).

3.3.7.1 Sicherheitsebene 1/2

Durch Verdunstung und durch betriebliche Leckagen verursachte Wasserverluste müssen so ergänzt werden, dass eine Unterbrechung der Beckenkühlung durch Füllstandsabfall vermieden wird.

3.3.7.2 Sicherheitsebene 3

Bei Störfällen mit Wasserverlust aus dem Brennelementbecken ist eine Wassereinspeisung so zu gewährleisten,

a) dass die gelagerten Brennelemente mit Wasser bedeckt bleiben,

H i n w e i s :
Evtl. schärfere Anforderungen durch größere Wasserüberdeckung der Brennelemente können sich aus Gründen von Strahlendosisbelastungen (Abschirmungen, BR 4) ergeben.

b) dass die Wärmeabfuhr aus dem Brennelementbecken (s. 3.2.4) möglich ist, bevor unzulässige Temperaturen im Brennelementbecken erreicht werden (siehe Nachweiskriterien in Anhang B).

H i n w e i s :
Liegen Konstruktionen des Brennelementbeckens und der anschließenden Rohrleitungen derart vor, dass Lecks nur zu einem begrenzten Wasserverlust führen können (s. 3.3.8), so können sich so große Karenzzeiten für die Wasserergänzung ergeben, dass die Wassereinspeisung mit betrieblichen Einrichtungen erfolgen kann.

3.3.7.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch anlagenspezifische Maßnahmen Wasser (ggf. boriertes, DWR) ergänzt werden, soweit dies zur Wiederaufnahme der Umwälzkühlung erforderlich ist, bevor die zulässigen Temperaturen gemäß den Nachweiskriterien in Anhang B überschritten werden.

(2) Bei Zuständen der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, um Wasser in das Brennelementbecken einzuspeisen, bevor der Füllstand zur Erfüllung des Nachweiskriteriums in Anhang B bis zu den Brennelementen abfällt (Überlauf- oder Verdampfungskühlung, s. 3.2.4).

3.3.8 Begrenzung Brennelementbecken-Wasserverlust

3.3.8.1 Sicherheitsebene 1

(1) Das Brennelementbecken mit anschließenden Rohrleitungen muss so ausgelegt sein, dass Leckagen/Lecks

a) im Brennelementbecken erkannt werden und nur zu einem geringen Füllstandsabfall führen können (z. B. durch doppelwandiges Becken mit überwachtem und absperrbarem Zwischenraum),

b) in anschließenden Rohrleitungen nur zu einem so begrenzten Füllstandsabfall führen (z. B. durch selbsttätige Belüftung zur Brechung der Heberwirkung in von oben zugeführten Rohrleitungen), dass durch die Wärmekapazität des verbleibenden Wassers eine ausreichende Karenzzeit für Gegenmaßnahmen bis zum Erreichen der maximal zulässigen Beckentemperatur gegeben ist.

(2) Im Nichtleistungsbetrieb (Verbindung Reaktordruckbehälter-Brennelementbecken) müssen Vorkehrungen zur Herstellung und zum Erhalt der Dichtheit des Flutkompensators vorgesehen werden (SWR).

3.3.8.2 Sicherheitsebene 2

Zur Begrenzung eines Brennelementbecken-Wasserverlustes sind Maßnahmen zur Erkennung und ggf. Beendigung vorzusehen.

3.3.8.3 Sicherheitsebene 3

Abdichtungsmaßnahmen sind vorzusehen, soweit zur Wiederaufnahme der Kühlung erforderlich.

3.3.8.4 Sicherheitsebene 4

Keine zusätzlichen Maßnahmen

Anhang A

Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung.
Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung,
die vorlag, als die verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde)

Atomgesetz		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 814), in der Fassung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. April 2002 (BGBl. I 2002, Nr. 26)
Strahlenschutzverordnung		Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl I S. 1714, 2002 I S. 1459), geändert durch Art. 2 der Verordnung vom 18. Juni 2002 (BGBl. I S. 1869)
Sicherheitskriterien	(10/77)	Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke vom 21.10.1977 (BAnz. 1977, Nr. 206)
Störfall-Leitlinien	(10/83)	„Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV (Störfall-Leitlinien) vom 18.10.1983 (BAnz. 1983, Nr. 245a)
KTA-GL	RE (06/01)	KTA-Sicherheitsgrundlagen
KTA-BR1		Basisregel 1 „Kontrolle der Reaktivität“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR3		Basisregel 3 „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR4		Basisregel 4 „Begrenzung der Strahlenexposition“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR5		Basisregel 5 „Allgemeine technische Anforderungen“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR6		Basisregel 6 „Methodik der Nachweisführung“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR7		Basisregel 7 „Personell-organisatorische Maßnahmen“ Regelentwurfsvorschlag

Anhang B (informativ)

Zusammenstellung der technischen Nachweiskriterien für die Analyse von Ereignisabläufen und Anlagenzuständen hinsichtlich Einhaltung der Schutzziele getrennt nach Sicherheitsebenen

H i n w e i s :
Dieser Anhang ist der vorliegenden Basisregel nur informativ angefügt. Im Original ist er bei Basisregel 6 als Anhang C enthalten.

(1) Die Schutzziele werden mit Hilfe der Sicherheitsfunktionen dann erreicht, wenn für alle für eine Anlage anzunehmenden Zustände, Ereignisse und Ereignisabläufe die gemäß den Sicherheitsebenen gestaffelten Anforderungen erfüllt werden. Diese sind für die Sicherheitsebenen 1 bis 3 abdeckend festgelegt durch die radiologischen Kriterien der StrlSchV (siehe auch BR 4).

(2) Zur Erfüllung dieser Anforderungen werden für die Schutzziele vorgelagerte kerntechnische Nachweiskriterien derart bestimmt, dass bei deren Erfüllung in ihrer Gesamtheit die radiologischen Kriterien erfüllt werden. Die Vorverlagerung auf die technischen Nachweiskriterien dient vor allem der Vereinfachung der Nachweisführung.

H i n w e i s :
Ein technisches Nachweiskriterium ist z. B. eine Hüllrohrtemperatur, bei deren Einhaltung eine Gefährdung der Hüllrohrintegrität auszuschließen ist.

(3) Für die Sicherheitsebene 4, in der keine quantitativen radiologischen Kriterien eingehalten werden müssen, werden technische Kriterien formuliert, die der Begrenzung der Strahlenexpositionen dienen.

(4) In den nachfolgenden Tabellen sind die nach Sicherheitsebenen gestaffelten technischen Nachweiskriterien derart formuliert worden, dass sie allgemein gültig und ausführungsunabhängig sind. In der Zusatzspalte werden typische Werte, Vorgehensweisen und Methoden angeführt.

Technische Nachweiskriterien zur Erfüllung der Schutzziele bei der Analyse von Ereignisabläufen und Anlagenzuständen:

1 Sicherheitsebene 1 (Normalbetrieb)/Ereignisklasse 1

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehensweisen, Methoden
Inhärente Eigenschaften des Kerns zur Begrenzung von Reaktivitäts-/ Leistungsanstiegen • im Hinblick auf die Einhaltung zulässiger BE-Beanspruchungen	R (K,E)	im Zusammenwirken mit Regelungs-/Begrenzungseinrichtungen
Abschaltung mit Steuerelementen (Nettowirksamkeit): • k_{eff} ≤ 0,99	R	
Dauerhafte Abschaltung:		
• k_{eff} ≤ 0,99 + Überwachung Unterkritikalität + meßtechnische Verifikation berechneter kritischer Borkonzentrationen beim DWR	R	Kern im RDB (geschlossen oder offen)
• k_{eff} ≤ 0,95 + ohne Überwachung Unterkritikalität	R	bei offenem RDB beim DWR ohne Berücksichtigung der Steuerelemente
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken/Trockenlager: • k_{eff} ≤ 0,95 (BE-Becken) ≤ 0,95 (Trockenlager)	R	
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): Allgemeines Kriterium (Ziel): Uneingeschränkte Verwendbarkeit bis zum Erreichen der Auslegungsabbrände und der Handhabbarkeit durch:	K (E)	
• Einhaltung spezifizierter Beanspruchungen aus Lasten des Normalbetriebes		z. B. aus Drücken, Druckdifferenzen, Gewicht, Strömungskräften
• Einhaltung zulässiger Werte der lokalen Leistungsdichte (Ausgangswerte für Beherrschung von anomalen Betriebs- und Störfällen, Zustandsbegrenzung)		
• Einhaltung minimaler zulässiger Abstände von kritischen Siedezuständen/Wärmestromdichten (Ausgangswerte für Beherrschung anomaler Betriebs- und Störfälle, Zustandsbegrenzungen)		
• Einhaltung minimaler zulässiger Abstände vom zentralen Brennstoffschmelzen		
• Verhinderung unzulässiger Beanspruchungen der BS-Hüllrohre durch Begrenzung von Spannungen, Dehnungen, Korrosion (Oxidschichtdicken), H_2-Gehalte im Material und PCI (Pellet clad interaction)		durch Brennstabauslegung und/oder Begrenzung Stableistungsänderungen, Abbrand
BE-Kühlung (Lagerbecken)	K	
• Einzuhaltende Beckenwassertemperatur gemäß Auslegung für Integrität des Beckens und Begehbarkeit der Räume		≤ 45°C

2 Sicherheitsebene 2 (anomaler Betrieb)/Ereignisklasse 2

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Inhärente Eigenschaften des Kerns zur Begrenzung von Reaktivitäts-/ Leistungsanstiegen • im Hinblick auf die Einhaltung zulässiger BE-Beanspruchungen	R (K,E)	im Zusammenwirken mit Begrenzungs-/Reaktor-schutzeinrichtungen
Schnellabschaltung: • $k_{eff} \leq 0,99$	R	
Dauerhafte Abschaltung: • $k_{eff} \leq 0,99$ + Überwachung Unterkritikalität	R	Kern im RDB (geschlossen oder offen) bei offenem RDB beim DWR ohne Berücksichtigung der Steuerelemente Berücksichtigung möglicher Deboriervorgänge
Dauerhafte Abschaltung: • $k_{eff} \leq 0,95$ + ohne Überwachung Unterkritikalität	R	Kern im RDB (geschlos-sen oder offen) bei offenem RDB beim DWR ohne Berücksichtigung der Steuerelemente
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken/Trockenlager: • $k_{eff} \leq 0,95$ (BE-Becken) $\leq 0,95$ (Trockenlager)	R	
Brennstäbe / Brennelemente Allgemeines Kriterium (Ziel): Uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit und Sicherstellung der Handhabbarkeit durch: • Einhaltung spezifizierter Beanspruchungen aus Lasten des anomalen Betriebes • Vermeidung kritischer Siedezustände/Wärmestromdichten alternativ: Einhaltung Temperatur-Zeit-Kriterium für Hüllrohre (werkstoff- und fertigungsabhängig) • Verhinderung von Schäden durch PCI (Pellet clad interaction) • Verhinderung zentrales Brennstoffschmelzen • Einhaltung zulässiger Werte der lokalen Leistungsdichte (Ausgangswerte für Störfallbeherrschung, Zustandsbegrenzung)	K (E)	z. B. aus Druck-, Druckdifferenzänderungen, Strömungskräften z. B. maximaler lokaler Wert: $T_{max} = 600°C$ für $t < 5$ s durch BS-Auslegung und/oder durch Begrenzung maximaler Stableistung derart, dass experimentell ermittelte Belastungsgrenze für PCI nicht erreicht wird
BE-Kühlung (Lagerbecken) • Einzuhaltende Beckenwassertemperaturen gemäß Auslegung für Integrität des Beckens und Begehbarkeit der Räume	K	$\leq 60°C$
Primär- und sekundärseitige Druckbegrenzung	E	keine Überschreitung des 1,1fachen Auslegungsdruckes

3 Sicherheitsebene 3 (Störfall)/Ereignisklasse 3

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Inhärente Eigenschaften des Kerns zur Begrenzung von Reaktivitäts-/ Leistungsanstiegen • im Hinblick auf die Einhaltung zulässiger BE-/Systembeanspruchungen	R (K,E)	im Zusammenwirken mit Reaktorschutzeinrichtungen
Schnellabschaltung: • k_{eff} ≤ 0,99 („stuck-rod“ als EZF)	R	
Langfristige Abschaltung: • k_{eff} ≤ 0,99 (EZF und ggf. Instandhaltung) + Überwachung Unterkritikalität	R	
Rekritikalität (Kern) • kurzzeitig zulässig, soweit die Kriterien SE 3 zu BS/BE eingehalten	R (K/E)	
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken/Trockenlager • k_{eff} ≤ 0,95 (BE-Becken) ≤ 0,95 (Trockenlager) • k_{eff} ≤ 0,98 (BE-Becken) ≤ 0,98 (Trockenlager)	R	 nur in begründeten Fällen, ereignisbedingt
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): Allgemeines Kriterium (Ziel): Begrenzung Schadensumfang BS-Hüllrohre sowie Gewährleistung der Kühlfähigkeit und Abschaltbarkeit • Begrenzung auf lokale BS-Schäden bei Ereignisabläufen ohne direkte Freisetzung in die Umgebung [dazu Begrenzung der Stableistung auf Ebenen 1+2 so, dass der zulässige Schadensumfang nicht überschritten wird] • Keine störfallbedingten BS-Schäden bei Störfallsequenzen mit direkter Freisetzung in die Umgebung - Vermeidung kritischer Siedezustände/Wärmestromdichten - alternativ: - Einhaltung Temperatur-Zeit-Kriterium für Hüllrohre (Werkstoffabhängig) - Vermeidung zentrales Brennstoffschmelzen • Einhaltung spezifizierter Beanspruchungen aus Störfalllasten für die BS, BE-Strukturteile und relevante Teile der RDB-Einbauten, so dass durch Verformungen oder Schäden Abschaltbarkeit und Kühlfähigkeit nicht unzulässig beeinträchtigt und der zulässige Schadensumfang (siehe oben) eingehalten werden • Vermeidung - einer selbsterhaltenden exothermen Zirkon-Wasser-Reaktion - einer unzulässigen Beeinträchtigung der Kühlbarkeit des Reaktorkerns durch plastische Verformung der Hüllrohre - einer Brennstofffragmentierung durch zu hohe Enthalpiezufuhr im Brennstab	K (E)	 lokal begrenzte BS-Schäden (< 10 %) zulässig restriktive, vorgelagerte Kriterien Bei Hüllrohrtemperaturen oberhalb von 600 °C (Grenztemperatur für Zircaloy) sind Nachweise zum Brennstabverhalten durchzuführen. z. B. aus Druckwellen, Druckdifferenzen (Strömungskräften), Temperaturverteilungen Abgedeckt durch Nachweise für Ereignisse gemäß Anhang D
BE-Kühlung (Lagerbecken): • Einzuhaltende Beckenwassertemperatur gemäß Auslegung für Integrität des Beckens und Begehbarkeit der Räume	K	 ≤ 60°C bzw. ≤ 80°C
Primärseitige Druckbegrenzung	E	keine Überschreitung der für Störfälle zulässigen Spannungen und Drücke im Primärsystem (1,3facher Auslegungsdruck)
Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter	E	lokale Wasserstoffkonzentration kleiner als Zündgrenze

4 Sicherheitsebene 4a (Spezielle, sehr seltene Ereignisse)/Ereignisklasse 4a

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Dauerhafte Abschaltung: • k_{eff} ≤ 0,99 + Überwachung Unterkritikalität	R	
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken, Trockenlager: • k_{eff} ≤ 0,95 (BE-Becken) < 0,95 (Trockenlager) • k_{eff} ≤ 0,99 (BE-Becken) ≤ 0,99 (Trockenlager)	R	nur in besonders begründba-ren Fällen, ereignisbedingt
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): • Erhaltung und Gewährleistung der Nachkühlfähigkeit • Erhaltung der mechanischen Abschaltbarkeit	K (E)	Gewährleistung Nachkühlfä-higkeit durch Kühlung ansonsten expliziter Nach-weis erforderlich, dass UK in Verbindung mit inhärenten Eigenschaften des Kerns alleine durch Borierung sichergestellt ist
BE-Kühlung (Lagerbecken): • Einzuhaltende Beckenwassertemperatur gemäß Auslegung für Integrität des Beckens	K	≤ 80°C
Primärseitige Druckbegrenzung	E	keine Überschreitung der für spezielle, sehr seltene Ereignisse zulässigen Spannungen und Drücke (Service Level C, 1,3facher Auslegungsdruck)

5 Sicherheitsebene 4b (Auslegungsüberschreitende Anlagenzustände)/Ereignisklasse 4b

Ziele	Schutz-ziele	typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Dauerhafte Abschaltung/Unterkritikalität • k_{eff} < 1	R	Langfristig ist höhere UK anzustreben
Unterkritikalität Brennelement-Lagerbecken/Trockenlager: • k_{eff} < 1 (Brennelement-Lagerbecken) < 1 (Trockenlager)	R	Langfristig ist höhere UK im Brennelement-Lagerbecken anzustreben
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): • Erhaltung und Gewährleistung der Nachkühlfähigkeit	K (E)	Gewährleistung Nachkühlfä-higkeit durch Kühlung
Brennelement-Kühlung (Lagerbecken): • Bedeckung der Brennelemente mit Wasser	K	
Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter	E	Integrität des Sicherheitsbe-hälters bei möglichen Wasserstoffverbrennugnen

H i n w e i s :
Die Kriterien zu den technischen Schutzzielen R und K sind hier sinnvollerweise nur für präventive Notfallmaßnahmen angegeben, da sie nur hierdurch beeinflussbar/einhaltbar sind.

Bei mitigativen Notfallmaßnahmen sind ggf. o. g. Kriterien bereits verletzt.

Anhang C

Zusammenstellung der bei der Kern-/Brennelementauslegung zu berücksichtigenden Parameter mit Einfluss auf die Kühlung der Brennelemente und Nachweisgang der ausreichenden thermohydraulischen Auslegung

(1) Brennelement- und Brennstabauslegung

Als Eigenschaften sind hier von Relevanz Geometrie und Material hinsichtlich Wärmekapazität, -leitfähigkeit, -übergangsverhältnisse, Strömungswiderstandsbeiwerte der folgenden Komponenten

a) Brennstoff
b) Spalt zwischen Brennstoff und Hüllrohr
c) Hüllrohr
d) Brennstäbe hinsichtlich aktiver Länge und Strömungsflächen im aktiven Bereich
e) Brennelement-Eintrittsbereich (Fuß)
f) Brennelement-Fußplatte (Stabhalteplatte)
g) Abstandshalter
h) Brennelement-Kopf
i) Brennelement-Austrittsbereich
k) Steuerstabführungsrohr DWR (Bypass)
l) Bypassbohrungen SWR
m) Verbindung Brennelement-Kasten/Brennelement-Struktur SWR (Bypass)
n) Wasserstäbe DWR (Bypass)
o) Interne Wasserstrukturen SWR (Bypass)
p) Änderungen der Brennelement-Geometrie während Einsatzzeit (z. B. Stabverbiegungen, Kastenaufweitungen)

(2) Kernauslegung

Mit den o. g. Eigenschaften der Brennelemente/-stäbe, der Zusammensetzung des Kerns, der Anlagenrandbedingungen

a) Kühlmitteldrücke/-druckdifferenzen
b) Kühlmitteltemperatur (Eintritt)
c) Kühlmitteldurchsatz (Eintritt)
d) ggf. Kühlmittelfüllstände (Störfall)

und den lokalen Leistungsdichten (s. BR 1) ergeben sich die für die Kühlung der Brennelemente relevanten lokalen Parameter im Kern

e) Kühlmitteldrücke/-druckdifferenzen/-durchsätze
f) Kühlmitteltemperaturen, -dampfgehalte
g) Abstände zu kritischen Siedezuständen
h) Brennstabhüllrohrtemperaturen
i) Brennstoffzentraltemperaturen

(3) Der Nachweis der ausreichenden thermohydraulischen Auslegung ist gegeben, wenn die Parameter zu 2g) bis 2i) die nach Sicherheitsebenen gestaffelten Nachweiskriterien in Anhang B erfüllen.

Anhang D

Zusammenstellung zu überwachender Parameter, die das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ betreffen

Zur Kontrolle der Einhaltung der Nachweiskriterien und damit der Schutzziele ist eine entsprechend der Staffelung der Sicherheitsebenen hinreichend zuverlässige Überwachung (siehe BR 6) folgender Parameter oder Parameterkombinationen erforderlich:

Kühlmittelein- und Austrittstemperatur je Loop (RDB-seitig) sowie je Nachkühler	DWR
Kerneintrittstemperatur und Temperatur hinter Nachkühler	SWR
Kernaustrittstemperatur (Brennelement-Köpfe)	DWR
Füllstand Druckhalter	DWR
Sekundärseitiger Füllstand je Dampferzeuger	DWR
Temperatur des Wassers im Sicherheitsbehältersumpf	DWR
Füllstand im Sicherheitsbehältersumpf	DWR/SWR
Temperatur des Wassers im Brennelementbecken	DWR/SWR
Druck im Reaktorkühlsystem/Reaktordruckbehälter	DWR/SWR
Sekundärseitiger Druck je Dampferzeuger	DWR
Druck im Reaktorsicherheitsbehälter	DWR/SWR
Füllstand Brennelementbecken	DWR/SWR
Füllstand Reaktordruckbehälter	DWR/SWR
Füllstand Kondensationskammer	SWR
Temperatur des Wassers in der Kondensationskammer	SWR
Füllstand Loop (Stillstandsphasen)	DWR
Kerndurchsatz (HKP-Drehzahl)	DWR
Kerndurchsatz (Druckdifferenz, z. B. über untere Kerngitterplatte oder Rückströmraumabdeckplatte)	SWR
Füllstände in Notkühlvorratsbehältern (z. B. Flutbehälter)	DWR
Abstände zu kritischen Siedezuständen	DWR/SWR

H i n w e i s :
Die Überwachung, Anregung, Steuerung von Systemfunktionen, die die Wirksamkeit der erforderlichen Sicherheits- und Systemfunktionen sicherstellen, werden hinsichtlich zu erfüllender Auslegungs- und Qualitätsanforderungen in BR 5 schutzzielübergeordnet behandelt.

Dokumentationsunterlage
zur Erstellung der
KTA-Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“

Inhalt

1 Auftrag des KTA

2 Beteiligte Personen
2.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums
2.2 Zugezogene Fachleute
2.3 Zusammensetzung des KTA-Unterausschusses PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG)
2.4 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

3 Erarbeitung der Regel
3.1 Erstellung des Regelentwurfsvorschlages
3.2 Erstellung des Regelentwurfes
3.3 Erstellung der Regelvorlage

4 Ausführung zur Regelerstellung

1 Auftrag des KTA

Das KTA-Präsidium hat auf seiner 63. Sitzung am 5. Mai 1998 über das Arbeitsprogramm KTA 2000 beraten und vorgeschlagen, es zu verwirklichen.

Der Kerntechnische Ausschuss (KTA) hat auf seiner 52. Sitzung am 16. Juni 1998 in Salzgitter den Unterschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZ (UA-PG) beauftragt, federführend den Entwurf zur

Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“

mit Dokumentationsunterlage durch ein Arbeitsgremium erarbeiten zu lassen und diesen Entwurf sowie eine Beschlussvorlage dem KTA vorzulegen (Beschluss-Nr. 52/10.1/2).

2 Beteiligte Personen

2.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums

An der Erarbeitung/Fertigstellung der Basisregel 2 mit Dokumentationsunterlage waren im Arbeitsgremium folgende Mitglieder beteiligt:

Obering. Dipl.-Phys. H.-O. Evers (Obmann bis 28.02.2002)	Technischer Überwachungs-Verein Nord e. V., Hamburg
Dipl.-Ing. D. Fischer	Bayernwerk Kernenergie GmbH, München (Erarbeitung)
Dr. H. Kalinowski	Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter
Dr. R. Kirmse (Obmann ab 01.03.2002)	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching
Dipl.-Ing. F. Meynen	EnBW Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Philippsburg, Philippsburg
Dipl.-Ing. S. Seifert	Bayernwerk Kernenergie GmbH, München (Erarbeitung)
Dr. F. Sommer	PreussenElektra Kernkraft GmbH & Co. KG, Hannover (Erarbeitung)
Dipl.-Phys. U. Waas	Framatome ANP - GmbH, Erlangen
Dipl.-Ing. R. Wohlstein	E.ON Kernkraft GmbH, Hannover

2.2 Zugezogene Fachleute

Dr. M. Maqua	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching
Dipl.-Ing. W. Pointner	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching

2.3 Zusammensetzung des KTA-Unterausschusses PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG)

Vertreter der Hersteller und Ersteller von Atomanlagen:

Dr. B. Hubert (Framatome Advanced Nuclear Power (FANP) GmbH)
Stellvertreter: Dr. U. Krugmann (Framatome Advanced Nuclear Power (FANP) GmbH)

Vertreter der Betreiber von Atomanlagen:

Prof. Dr.-Ing. D. Brosche (Obmann, E.ON Energie AG)

Dipl.-Ing. W. Schwarz (Gemeinschaftskernkraftwerke Neckar GmbH)
Stellvertreter: Dr. K. Schmidt (EnBW Kraftwerke AG)

Dr. M. Micklinghoff (E.ON Kernkraft GmbH)
Stellvertreter: Dr. H. Pamme (RWE Power AG)

Vertreter des Bundes und der Länder:

MinR D. Majer (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
Stellvertreter: OAR H. Gawor (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

MinDirig Dr. D. Keil (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg)
Stellvertreter: GDir T. Wildermann und
MinR B. Wihlfahrt (Innenministerium Mecklenburg-Vorpommern)

MinR P. Heß (Ministerium für Finanzen und Energie Schleswig-Holstein)
Stellvertreter: RDir L. Frischholz (Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten) und
Ltd. MinR W. Sieber (Niedersächsisches Umweltministerium)

Vertreter der Gutachter und Beratungsorganisationen:

Dr. G. Straub (TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH)
Stellvertreter: Dipl.-Ing. H. Staudt (Verband d. Technischen Überwachungs-Vereine e. V.)

Dipl.-Ing. K.-D. Bandholz (für RSK, Energiesysteme Nord (ESN) GmbH

Vertreter sonst. Behörden, Organisationen und Stellen:

Dr.-Ing. J. Steuer (DIN Deutsches Institut für Normung e. V.)
Stellvertreter: Dr. M. Seidel (DIN Deutsches Institut für Normung e. V.)

Dipl.-Ing. K. D. Nieuwenhuizen (Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik)
Stellvertreter: Dr. G. Seitz (Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik)

H. Schneeweiß (für DGB, Kernkraftwerk Obrigheim GmbH)
Stellvertreter: G. Reppien (für DGB, Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH, Kernkraftwerk Emsland)

2.4 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

Dr. G. Roos Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter

3 Erarbeitung der Regel

3.1 Erstellung des Regelentwurfsvorschlages

(1) Der KTA-Unterausschuss UA-PG hat auf seiner 7. Sitzung am 3. September 1998 in Köln beschlossen, die KTA-Sicherheitsgrundlagen und 7 KTA Basisregeln durch Arbeitsgremien erarbeiten zu lassen.

(2) Für das Arbeitsgremium Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“ wird als Obmann Obering. Dipl.-Phys. H.-O. Evers, Technischer Überwachungs-Verein Nord e. V., benannt. Als stellvertretender Obmann wird Dipl.-Ing. U. Waas, vormals Siemens Nuclear Power GmbH, nunmehr Framatome, Advanced Nuclear Power (FANP)-GmbH, benannt.

(3) Das Arbeitsgremium hat in den folgenden Sitzungen den vorliegenden Regelentwurfsvorschlag erarbeitet:

Sitzung	**Datum**	**Ort**
1.	16.12.1998	Hamburg
2.	19.01.1999	Salzgitter
3.	23.02.1999	Garching
4.	28.09.1999	München
5.	19.01.2000	Erlangen
6.	30./31.05.2000	Hamburg
7.	20./21.11.2001	Salzgitter
8.	19./20.03.2002	Hamburg
9.	12.06.2002	Garching

(4) Darüber hinaus wurden Entwürfe der Basisregel Nr. 2 mehrfach in Sitzungen der „Fachgespräche der Obleute“ intensiv diskutiert.

(5) Es fanden regelmäßige Abstimmungsgespräche zwischen Basisregel Nr. 2 und Basisregel Nr. 1 „Kontrolle der Reaktivität“ statt.

(6) Auf seiner 14. Sitzung am 24. und 25. Oktober 2001 in Erlangen hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/01/1) für den Fraktionsumlauf (15. Dezember 2001 bis 1. März 2002) freizugeben. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.

(7) Nach der 7. Sitzung des Arbeitsgremiums am 20. und 21. November 2001 wurde der Regelentwurfsvorschlag im schriftlichen Verfahren einstimmig als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/01/1) für den Fraktionsumlauf verabschiedet.

Im Fraktionsumlauf gingen von den folgenden Einwendern Stellungnahmen ein:

- Framatome ANP
- VGB Arbeitskreis „Qualitätsmanagement im Kernkraftwerk“
- Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
- Niedersächsisches Umweltministerium
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- EnBW Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Philipsburg
- E.ON Kernkraft GmbH
- Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik
- Verband der Technischen Überwachungsvereine (VdTÜV)

(8) Das Arbeitsgremium Basisregel 2 hat die während des Fraktionsumlaufs eingegangenen Vorschläge auf seiner 8. Sitzung am 19. und 20. März 2002 eingehend beraten. Der Regelentwurfsvorschlag wurde einstimmig zur Vorlage an den Unterausschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG) verabschiedet mit der Bitte, diesen als Regelentwurfsvorlage dem KTA auf seiner nächsten Sitzung vorzulegen.

(9) Auf dem 13. „Fachgespräch der Obleute“ am 3. bis 5. April 2002 wurde daraufhin eine erneute Abstimmung zwischen den Basisregeln vorgenommen, und auch die Obleute verabschiedeten die BR 2 einstimmig an den UA-PG zur Vorlage als Regelentwurf auf der 56. KTA-Sitzung.

(10) Auf seiner 15. Sitzung am 16./17. April 2002 hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und mehrheitlich beschlossen, dem KTA zu empfehlen, die Regelentwurfsvorlage Basisregel 2 (KTA-Dok.-Nr. BR 2/02/1) als Regelentwurf aufzustellen.

(11) Auf der 56. KTA-Sitzung am 18. Juni 2002 erfolgte keine Abstimmung über die Beschlussvorlage zu KTA-Basisregel 2. Der KTA nahm jedoch die Basisregel 2 als geeignete Grundlage für einen Regelentwurf zustimmend zur Kenntnis.

(12) Auf seiner 16. Sitzung am 24. September 2002 hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag Basisregel 2 beraten und beschlossen, alle sieben Basisregeln in einen gemeinsam Fraktionsumlauf zu entsenden.

(13) Auf dem 20. „Fachgespräch der Obleute“ am 2. bis 4. Dezember 2002 wurde eine erneute Abstimmung zwischen den Basisregeln vorgenommen, und auch die Obleute verabschiedeten die BR 2 nochmals einstimmig an den UA-PG zur Vorlage als Regelentwurf auf der 57. KTA-Sitzung. Das Arbeitsgremium der Basisregel 2 hat im Dezember im schriftlichen Verfahren diesem abgestimmten Entwurf zugestimmt .

(14) Auf seiner 17. Sitzung am 17. und 18. Dezember 2002 in München hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/02/2) für den Fraktionsumlauf (bis 15. März 2003) freizugeben. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.

3.2 Erstellung des Regelentwurfes

3.3 Erstellung der Regelvorlage

4 Ausführungen zur Regelerstellung

Zur Erstellung der Basisregel Nr. 2 „Kühlung der Brennelemente“ wurden relevante übergeordneten Anforderungen aus den KTA-Fachregeln zusammengestellt und Sinne der Schutzzielorientierung neu formuliert.

Zur Erstellung der Basisregel wurden u. a. folgende Dokumente herangezogen:

- KTA 3101.1 (2/80)
- KTA 3101.2 (12/87)
- KTA 3301 (11/84)
- KTA 3303 (6/90)
- KTA 3602 (6/90)
- BMI-Sicherheitskriterien (10/77 ff)
- Störfall-Leitlinien (10/83)
- RSK-Leitlinien für DWR (10/81)
- verschiedene RSK-Empfehlungen
- Schutzzielorientierte Gliederung des Regelwerks (2/93 und 5/95)
- Schutzzielorientierte Gliederung des Regelwerks (BfS-KT-17/97)
- INSAG-3 „Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants“ (3/98)
- „Schutzzielorientierte Anforderungen für die PSÜ für DWR“,TÜV Bayern Energietechnik (3/96)

Anlage 2
Stellungnahmen zur Fassung 12/02 mit Bewertung durch das Arbeitsgremium

A 2.1 Liste der Einwender

Nr.	Einwender	Schreiben vom
1	GRS, Hahn (ist auch in VdTÜV Stellungnahme enthalten)	12.03.03
2	Ministerium für Umwelt und Verkehr B-W, Dr. Keil	12.03.03
3	UA-RS, Dr. Krebs	14.03.03
4	VdTÜV (GRS ist als Einwender 2 markiert)	14.03.03
5	RSK, RSK-GS	14.03.03
6	VGB, Grundhöfer	14.03.03
7	Umweltministerium Schleswig-Holstein, Dr. Nagel	17.03.03
8	Framatome-ANP, Waas	14.03.03

A 2.2 Liste der Stellungnahmen und Beschlüsse des Arbeitsgremiums

Erläuterung:

Sowohl die TÜV wie auch die GRS haben ihre Änderungs-/Ergänzungsvorschläge mit einer Kategorisierung versehen (die GRS hat lediglich bei der BR 6 aus dort erläuterten Gründen auf eine Kategorisierung verzichtet). Der Kategorisierung liegt folgendes Schema zugrunde:

- Kategorie 1: Änderungs-/Ergänzungsvorschläge betreffend fehlende grundsätzliche Anforderungen oder grundsätzliche Anforderungen, die in der z.Z. formulierten Fassung nicht akzeptabel sind. Kritikpunkte der Kategorie 1 sind aus TÜV/GRS-Sicht so schwerwiegend, dass die Gutachterfraktion einer Verabschiedung der betreffenden Regelentwurfsvorlage als Gründruck erst nach Ausräumung solcher Kritikpunkte zustimmen kann.
- Kategorie 2: Kritik an einer unzureichenden Darstellung der Anforderungen. Bei Kritikpunkten der Kategorie 2 erwartet die Gutachterfraktion eine Ausräumung während der Gründruckphase; die Gutachterfraktion hält Kritikpunkte der Kategorie 2 jedoch für nicht so schwerwiegend, dass sie deswegen eine Verabschiedung der betreffenden Regelentwurfsvorlage als Gründruck ablehnen würde.
- Kategorie 3: Änderungs-/Ergänzungsvorschläge zu fachlichen Details oder redaktionellen Angelegenheiten.

A2.2.1 Allgemeines

Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
1	**Übergreifende Anmerkungen** Mit den übergreifenden Anmerkungen werden generelle Hinweise angesprochen, die auf alle Basisregeln gleichermaßen zutreffen und nach Meinung der GRS bei der Überarbeitung der Basisregeln und der KTA-Sicherheitsgrundlagen einfließen sollen. Insbesondere ist festzustellen, dass bei allen Basisregeln die Definitionen fehlen bzw. nicht ausreichend beschrieben sind. Dabei wird der Verweis auf die vorhandenen Definitionen des KTA nicht als ausreichend angesehen. Anzustreben wäre, die im Konzept KTA 2000 verwendeten Definitionen den Sicherheitsgrundlagen zuzuordnen. In einem weiteren Arbeitsschritt könnten die Definitionen des KTA dann insgesamt angepasst werden. Weiterhin ist zu prüfen, inwieweit ein Bezug auf einschlägige Fachregeln oder andere technisch-wissenschaftliche Dokumentation zur Anwendung der Basisregeln selbst erforderlich ist bzw. zum besseren Verständnis der Basisregeln beiträgt. Zwischen den Basisregeln untereinander sowie zwischen den Basisregeln und den KTA Grundlagen bestehen Inkompatibilitäten, die auch durch die Diskussion der Obleute in der zur Verfügung stehenden Zeit nicht zu beseitigen waren. Insbesondere war zur Präzisierung und Abstimmung der KTA Sicherheitsgrundlagen im Wechselverhältnis mit den Basisregeln ein iteratives Vorgehen vorgesehen, dass bisher nicht	Noch nicht durch das Arbeitsgremium diskutiert

Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
	zum erforderlichen Ergebnis geführt hat. Die Abstimmung zwischen dem Sicherheitsgrundlagen und den Basisregeln wird deshalb für erforderlich gehalten insbesondere zur Gewährleistung einer durchgängig richtigen Erläuterung des gestaffelten Sicherheitskonzept, den damit im Zusammenhang stehenden Anforderungen an die einzelnen Sicherheitsebenen und an das Barrierenkonzept. Darüber hinaus sind die Grundlage und die Rolle der probabilistischen Sicherheitsanalyse in Wechselwirkung mit der Deterministik in den Sicherheitsgrundlagen weitergehend als bisher zu erläutern. Als wichtig hat sich weiterhin herausgestellt, den Begriff der inhärenten Sicherheit in den Sicherheitsgrundlagen zu beschreiben, da in verschiedenen Basisregeln Teilaspekte dieses Sicherheitsaspekts behandelt werden. Die Basisregeln selbst weisen einen unterschiedlichen Fertigstellungsgrad auf, z.B. sind die für das Verständnis erforderlichen Definitionen nicht abschließend bearbeitet bzw. fehlen in einigen Basisregeln und die Anhänge sind lückenhaft (es fehlen z.B. noch weitere Akzeptanzkriterien, die aus den Basisregeln 3, 4, und 5 abzuleiten sind). Die inhaltliche Diskussion in der Arbeitsgruppe der Basisregel 6 ist nicht abgeschlossen, es sind bisher nicht alle Kommentare der Arbeitsgruppenmitglieder abschließend diskutiert und berücksichtigt worden. Infolge der noch bestehenden Schnittstellenprobleme zwischen den Basisregeln bestehen Dopplungen bzw. Überschneidungen, die Anforderungen an die 4. Sicherheitsebene sind unterschiedlich im Detaillierungsgrad und zwischen den Basisregeln noch nicht abgestimmt. Durch die von der GRS gestellten Obleute für die Basisregeln 5 und 6 war vorgesehen auf der Sitzung des UA PG am 17./18. 12. 02 in München die o.g. Sachverhalte zu erläutern. Witterungsbedingt war eine Teilnahme jedoch kurzfristig nicht möglich, so dass auf der Sitzung des UA PG nicht das gesamte fachliche Meinungsspektrum aus den Arbeitsgruppen als Grundlage für die Entscheidungen herangezogen werden konnte. Die vom UA-PG getroffene Entscheidung zum Fraktionsumlauf beinhaltet die Überarbeitung aller Basisregeln sowohl hinsichtlich der eingehenden Kommentare und Änderungsvorschläge als auch der noch ausstehenden o.g. Arbeitspunkte vor einer Abstimmung im KTA. Dies erfordert einen größeren Zeitbedarf, als es derzeit vorgesehen ist.	
1	Der Haupttext der BR 2 weist einen relativ weit fortgeschrittenen Stand auf. Es sind nur wenige inhaltliche Schwächen erkannt worden. Durch angemessene Berücksichtigung der Kommentare kann die Gründruckfähigkeit mit einem vergleichsweise kleinem Aufwand erreicht werden. Für den Textteil wurde einmal die Kategorie K1 vergeben: im Kapitel 3.3.3.4 sind die Anforderungen an die Begrenzung der Wasser-Dampf-Verluste aus dem Sekundärkreislauf (DWR) für die Sicherheitsebene 4 nicht vollständig. Sie sind nur für die Sicherheitsebene 4a angegeben. Anforderungen zur fehlenden Sicherheitsebene 4b sind vom Arbeitsgremium der BR 2 nachzuholen. Ansonsten enthält die Tabelle nur K2 und R Kommentare Der Anhang C ist der BR 2 informativ beigefügt, er ist federführend der BR 6 zugeordnet. sind Die Kommentare zu diesem Anhang sind in der Tabelle der Einzelaspekte speziell gekennzeichnet. Zum Anhang C3 (Sicherheitsebene 3) wurden zweimal die Kategorie K1 vergeben: Es handelt sich in beiden Fällen um die undifferenzierte Behandlung aller Störfälle hinsichtlich des Schadensumfangs (Stichworte: erlaubt sein würden 10% Schadensumfang bei Reaktivitätsstörfällen, weiterhin wird nur die Vermeidung einer Brennstofffragmentierung gefordert). Eine Überarbeitung dieser Kommentare sowie weiterer im Zusammenhang mit der Einschätzung der BR 1, BR 3, BR 4 und BR 6 zu diesem Anhang vergebenen Kommentare der Kategorien K1 und K2 sind federführend durch BR 6 vorzunehmen. Eine Mitwirkung bei der Überarbeitung durch die den Schutzzielen zugeordneten vier Basisregeln BR 1 bis BR 4 ist erforderlich, insbesondere von BR 1 und BR 2. Diese Mitwirkung wurde von BR 2 bereits zugesagt. In der folgenden Tabelle wird jeder Einzelaspekt entsprechend den beiden Kategorien unterschieden: – Inhaltlich (K 1, K 2) – Redaktionell oder von geringer Bedeutung (K 3) – B – Anhang B im Zuständigkeitsbereich von BR 6 – V – Verweise auf andere Basisregeln	Noch nicht durch das Arbeitsgremium diskutiert
2	nach hiesiger Auffassung stellt das Vorhaben KTA 2000 einen zielfüh-	Noch nicht durch das Arbeitsgre-

Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
	renden Ansatz zur Weiterentwicklung des deutschen KTA-Regelwerks zur Anpassung an den fortgeschrittenen Stand von Wissenschaft und Technik sowie an die internationale Praxis dar. Basis dieses Ansatzes ist ein ganzheitlicher, soziotechnischer Sicherheitsbegriff, bestehend aus den Elementen Mensch, Technik und Organisation. Das Ministerium für Umwelt und Verkehr erachtet es zudem für notwendig und sachgerecht, dass neben der vorrangig zu verwendenden deterministischen Nachweisführung bei der Sicherheitsanalyse auch der Einsatz probabilistischer Verfahren stärker in das KTA-Regelwerk integriert wird. Die vorliegenden Regelentwurfsvorlagen für alle sieben Basisregeln stellen aus hiesiger Sicht einen weiteren wesentlichen Schritt im Hinblick auf die Erreichung der Ziele des Vorhabens KTA 2000 dar. Die Regelentwurfsvorlagen haben, auch durch die Berücksichtigung der im ersten Fraktionsumlauf eingegangenen Anregungen, aus hiesiger Sicht einen Stand erreicht, der es erlaubt, die Regelentwurfsvorlagen in den Gründruck zu geben. Weitere Verbesserungen und Optimierungen können dann, soweit erforderlich, in einem zweiten Schritt eingebracht werden. Das Ministerium für Umwelt und Verkehr erachtet, auch im Hinblick auf die durch das Projekt gebundenen Ressourcen, die für 2003 vorgesehene Behandlung im KTA für notwendig und zielführend. Die in diesem Zusammenhang vom Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) auf seiner Sitzung im Dezember 2002 erarbeiteten Vorstellungen zum weiteren Fortgang des Projektes werden begrüßt. Durch die nachstehenden Anregungen soll der Regeltext der KTA-Basisregeln weiter präzisiert werden, so dass Lesbarkeit und Verständlichkeit verbessert werden.	mium diskutiert
3	Die Texte sind zum Teil ein Gemisch aus Zustandsbeschreibung und Anforderung. Die Basisregeln sollen aber Anforderungen definieren. Also darf es nicht wie z.B. in KTA-BR 6 Kap.3.2(1) heißen: „Das Gestaffelte Sicherheitskonzept ist grundsätzlich präventiv ausgerichtet.“, sondern es muss heißen: „ ... **ist** grundsätzlich präventiv aus**zu**richten.“ Oder KTA-BR 6 Kap.6.4.7 Bei Verwendung gemeinsamer Komponenten oder Systemfunktionen ~~hat~~ **muss** die Sicherheitsfunktion immer Vorrang **haben** vor den Aufgaben des Betriebssystems. Die Geschäftsstelle sollte die gesamten Texte auf diesen Aspekt nochmals durchsehen.	Noch nicht durch das Arbeitsgremium diskutiert
7	Sehr geehrte Damen und Herren, mit den Zielen des Arbeitsprogramm KTA 2000 sollen insbesondere, die Sicherheitsgrundlagen, die in verschiedenen Einzelvorschriften enthalten sind zusammenfassend dargestellt werden und darüber hinaus 7 KTA-Basisregeln erstellt werden, in denen alle ausführungsunabhängigen Anforderungen des untergesetzlichen kerntechnischen Regelwerkes enthalten sind. Gemäß dem Arbeitsprogramm KTA 2000 soll damit die Anwendungssicherheit der vorhandenen KTA-Regeln erhöht werden. Nach meiner bisherigen stichprobenweisen Prüfung sind diese Ziele mit den vorliegenden Entwürfen der KTA-Basisregeln nicht erreicht worden. Die Basisregeln bedürfen daher einer grundlegenden Überarbeitung, bevor diese als Regelentwurf verabschiedet werden können. Hierzu einige Beispiele:	Noch nicht durch das Arbeitsgremium diskutiert

A 2.2.2 Zum Regeltext

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
1 (1)	8	Die Basisregel 2 konkretisiert das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ für Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren gemäß den Ebenen des gestaffelten Sicherheitskonzeptes. Sie enthält ausführungsunabhängige sicherheitstechnische Anforderungen, die bei Planung, Errichtung und Betrieb von Leichtwasserreaktoren zugrunde zu legen sind.	Akzeptiert; Empfehlung: sollte bei allen Basisregeln aufgenommen werden.

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		In anderen BR ohne diese Formulierung?	
1 (1)	5	Die Basisregel 2 konkretisiert das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ für Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren gemäß den Ebenen des gestaffelten Sicherheitskonzeptes. Sie enthält ausführungsunabhängige sicherheitstechnische Anforderungen, die bei **Planung, Errichtung und Betrieb von Leichtwasserreaktoren** zugrunde zu legen sind. Änderungsvorschlag: ..., **die bei Betrieb, Anlagenänderung und Sicherheitsbewertung bestehender Kernkraftwerke** zu Grunde zu legen sind. Angesichts der Gesetzeslage (ATG) ist ein Neubau von Kernkraftwerken in der BRD derzeit nicht vorgesehen. Ein neu zu erstellendes untergesetzliches kerntechnisches Regelwerk sollte in seiner Zweckbestimmung darauf abgestimmt sein. Sollte die Regel für neu zu errichtende Anlagen gelten, entsprechen die vorgelegten Regeln der KTA 2000 nicht dem Stand von Wissenschaft und Technik. Offensichtlich war es auch nicht Ziel der Autoren von KTA 2000 neuere Anforderungen, z. B. den Umgang mit Kernschmelzszenarien etc. abzudecken.	sollte übergeordnet (UA-PG) entschieden werden; AG BR2 ist mehrheitlich gegen eine Annahme, aber für eine Ergänzung um den Punkt „Anlagenänderung“.
1 (1)	4	Kat. 2 Die Basisregel darf sinngemäß auch für thermische Versuchs- und Forschungsreaktoren angewendet werden.“ Vorschlag: Den Satz **streichen** Kommentar: Sind die Forderungen der Basisregel bei Forschungsreaktoren zu erfüllen oder nicht? Wer entscheidet über die Anwendung der Regel? Insbesondere bei dieser Basisregel macht die Anwendung auf Forschungsreaktoren wenig Sinn, da die Anforderungen oft für DWR und SWR präzisiert werden.	Akzeptiert
1 (2) a)	8	beim DWR auf den Primärkühlkreislauf einschließlich der Not- und Nachkühlsysteme, Sekundärkreislauf einschließlich der Notspeisesysteme, das Brennelement-Lagerbecken einschließlich der Beckenkühlkreise und den Sicherheitsbehälter,	Akzeptiert, wird auch bei b) eingefügt
1 (2) c) Hinweis	6	H i n w e i s : Die Kühlung der Brennelemente im Brennelement-Trockenlager ist nicht Gegenstand dieser Regel, da die Wärmeabfuhr aus dem Lager für neue Brennelemente auch für Einlagerung wärmeentwickelnder Brennelemente, z.B. MOX, grundsätzlich durch die aus betrieblichen Gründen bestehende Belüftung gegeben ist. Hinsichtlich der Kritikalitätssicherheit wird das Trockenlager im BR1 (und damit auch in Anhang B und Basisregel 6) behandelt. Die BR2 sollte auch diese Frage behandeln, da MOX-BE zum Teil nicht vernachlässige Wärmeleistungen besitzen.	Hinweis wird ergänzt, und an BR5 weitergemeldet
1 (2) c) Hinweis	8	H i n w e i s : Die Kühlung der Brennelemente im Brennelement-Trockenlager ist nicht Gegenstand dieser Regel, da die Wärmeabfuhr aus dem Lager für neue Brennelemente auch für Einlagerung wärmeentwickelnder Brennelemente, z.B. MOX, grundsätzlich durch die aus betrieblichen Gründen bestehende Belüftung gegeben ist. Hinsichtlich der Kritikalitätssicherheit wird das Trockenlager i~~m~~n BR1 (und damit auch in Anhang B und Basisregel 6) behandelt.	siehe oben
1 (3)	8	Die Basisregel gilt für alle stationären und transienten Anlagenzustände des Leistungsbetriebs, der Betriebsphasen des Ab- und Anfahrens, des Anlagenstillstands und des Brennelement-Wechsels.	Akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
1 (4)	8	Integritätsanforderungen und übergeordnete Anforderungen an die Auslegung (z. B. gegen Belastungen), die Ausführung sowie die Funktionstüchtigkeit und ~~deren~~ an die Überwachungsmaßnahmen der zur Kühlung der Brennelemente (Sicherstellung Wärmeabfuhr und Kühlmittelinventar) herangezogenen Einrichtungen (z. B. Systemtechnik, Energieversorgung, Leittechnik, Festigkeit und Funktion von Armaturen/Pumpen) werden in anderen Basisregeln behandelt (BR 3, BR 5).	Akzeptiert
1 (6)	1	K3 Vorschlag: "besondere" durch wesentliche" ersetzen, wobei in dem AG alle Verweise noch einmal zu prüfen sind. Frage: Was ist gemeint mit "besondere" im Text: "Auf besondere Schnittstellen zu anderen Basisregeln wird durch entsprechende Verweise im Text hingewiesen."	Akzeptiert
2	3	Kap 2 Begriffe Die Begriffe Versagensgrenze / technologische Grenze, Grenzwert, Radiologische Kriterien, (Technische) Nachweiskriterien (stärker konservative NK bei einfachen Nachweismethoden und weniger konservative NK bei detaillierteren/genaueren Nachweismethoden), Interventionswert und Repräsentativer Ereignisablauf sollten aufgeführt werden. Ziel sollte sein, die logische Staffelung zu erläutern. Die KTA-Begriffesammlung sollte nicht zitiert werden.	wird mit neuer Begriffesammlung (01/04) abgeglichen
2	8	Die Begriffe Versagensgrenze, technologische Grenze, Grenzwert, radiologische Kriterien, technische Nachweiskriterien (weniger konservativ bei genaueren Nachweismethoden), Interventionswert sollten mit logischer Staffelung aufgeführt werden. Die KTA-Begriffesammlung sollte nicht zitiert werden.	siehe oben
2	8	„anlagenspezifische Maßnahmen" = Notfallmaßnahmen? (definieren) weiterer Vorschlag : Den Begriff Kühlmittelinventar grundsätzlich um den Begriff Wasserinventar bzw. Kühlwasser oder einen ähnlichen Begriff ergänzen. z.B. Kühlmittel-/Wasserinventar Begründung : In dieser Regel wird unter dem Begriff **Kühlmittel** jegliches flüssiges Medium zum Wärmetransport verstanden, also auch Speisewasser, Notspeisewasser, Kühlwasser, Nebenkühlwasser, Deionat, ...Beim DWR wird unter dem Begriff **Kühlmittel** ausschließlich „Kühlflüssigkeit" im Primärkreis verstanden. Auch international wird für DWR unter dem Begriff „Coolant" oder „Coolant inventory" ausschließlich das Primärkühlmittel verstanden. (Bsp. LOCA = Loss of coolant accident = Primärseitiges Kühlmittelleck). Diese Sprachregelung ist beim DWR in allen Bereichen (BHB, Analysen, allgemeiner Sprachgebrauch) üblich. Damit keine (begrifflichen) Verwirrungen entstehen, sollte an allen Stellen an denen nicht ausdrücklich die Primärseite gemeint ist, Absatz 3.3, 3.3.1, 3.3.2, ... sowie bei der Benennung des Teilschutzzieles in den KTA Sicherheitsgrundlagen ein anderes Wort, z.B. Wasserinventar ergänzend verwendet werden.	modifiziert akzeptiert, wird harmonisiert
2 (1)	6	(1) Anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen Anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen werden im auslegungsüberschreitenden Bereich angewendet a) zur Verhinderung der Ausweitung eines (Auslegungs-) Stör falls zu einem auslegungsüberschreitenden Anlagenzustand (präventive Maßnahmen), b) zur Milderung der Auswirkungen solcher auslegungsüberschreitenden Zustände (mitigative Maßnahmen), und	modifiziert akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		c) . Der Ausdruck „schwerer Störfall“ ist nicht zutreffend und durch „Auslegungsüberschreitenden Anlagenzustand“ zu ersetzen. Der Punkt c) sollte entfallen, weil er in a) enthalten ist	
2 (3)	1	K3 Vorschlag: Einfügen von “deterministische“ anstelle von “vorgelagerte“ wie folgt: Deterministische technische Kriterien für den Schutz von Barrieren (Grenzwerte physikalischer Zustandsgrößen), bei deren Beachtung die radiologischen Kriterien in jedem Fall eingehalten sind. Es wird hinterfragt, ob deterministische oder probabilistische technische Nachweiskriterien gemeint sind.	abgelehnt
2 (3)	8	Die Definition von „Nachweiskriterien“ präzisieren. Evtl. zusätzlich den Begriff „Nachweiswerte“ einführen und dort verwenden, wo von Abständen oder Überschreitung die Rede ist. Formulierungsvorschlag: „Grenzwerte physikalischer Zustandsgrößen, bei deren Beachtung die korrelierten Barriere- oder Sicherheitsfunktionen eingehalten sind“ - Begründung: Dass bei Erfüllung der technischen Nachweiskriterien die radiologischen Kriterien in jedem Fall eingehalten sind, ist eine unbewiesene Behauptung. Wenn diese Behauptung immer stimmen würden, bräuchte man keinerlei radiologische Nachweise. Es gibt aber radiologisch repräsentative Ereignisse, für die Nachweise gefordert werden.	akzeptiert, muss übergeordnet erledigt werden
2 (5)	8	Formulierungsvorschlag: Ereignisablauf, der sich nach dem Eintritt eines angenommenen Ereignisses ergibt, beeinflußt von den bei der Ereignisablaufanalyse zu berücksichtigten Anfangs- und Randbedingungen (siehe BR6), und der abdeckend hinsichtlich der Anforderungen an Sicherheitsfunktionen für eine Anzahl von Ereignisabläufen steht. - Begründung: Die Anfangs- und Randbedingungen bei der Störfallanalyse betreffen nicht nur die Gegenmaßnahmen und Versagens- und Ausfallpostulate, sondern darüber hinaus Anfangsbedingungen, Reaktivitätsrückwirkungen, Karenzzeiten für die Handmaßnahmen, usw.	akzeptiert
2 (6)	8	Schutzziel/Teilschutzziel/Sicherheitsfunktion Vorschlag: Die Begriffsdefinition sollte entfallen, da sowohl Schutzziel als auch Sicherheitsfunktion bereits (anders) in den Sicherheitsgrundlagen definiert sind.	Abgleich mit KTA-Sicherheitsgrundlagen muss erfolgen
2 (6)	4	(6) Schutzziel/Teilschutzziel/Sicherheitsfunktion Den Schutzzielen a) Kontrolle der Reaktivität, b) Kühlung der Brennelemente, c) Einschluss der radioaktiven Stoffe und d) Begrenzung der Strahlenexposition lassen sich Sicherheitsfunktionen zuordnen, die zum Erreichen der Schutzziele erforderlich sind. Diese Sicherheitsfunktionen wiederum umfassen aktive, insbesondere verfahrenstechnische Maßnahmen (z. B. Kühlmittelergänzung) und passive ~~Maßnahmen~~ **Einrichtungen** (z. B. Sicherheitsbehälter). Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit kann zwischen den Gliederungsebenen „Schutzziel“ und „Sicherheitsfunktion“ eine weitere Gliederungsebene „Teilschutzziel“ eingeschoben werden. Änderung redaktionell: Der Sicherheitsbehälter ist keine Maßnahme	akzeptiert
3.1 (1)	4	Kat. 3:	wird neu formuliert, siehe unten

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		(1) Das Schutzziel ‚Kühlung der Brennelemente' muss für alle Zustände, Vorgänge und Ereignisse der Sicherheitsebenen 1 - 3 erreicht werden. ~~Für die Sicherheitsebene 4a muss das Schutzziel durch anlagenspezifische Maßnahmen erreicht werden~~. ... ". Vorschlag: „(1) Das Schutzziel ‚Kühlung der Brennelemente' muss für alle Zustände, Vorgänge und Ereignisse der Sicherheitsebenen 1-3 **und 4a** erreicht werden. ~~Für die Sicherheitsebene 4a muss das Schutzziel durch anlagenspezifische Maßnahmen erreicht werden.~~" Eine entsprechende Anpassung sollte an weiteren Stellen erfolgen [3.2.1.3 (1), 3.3.2.3 (1)]. Kommentar: Was soll der zweite Satz hier ausdrücken? Ob anlagenspezifische Maßnahmen oder nicht, das Schutzziel ist auf Ebene 4a einzuhalten. Auch auf den Ebenen 1-3 sind anlagenspezifische Maßnahmen zulässig!	
3.1 (1)	6	Das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente" muss für alle Zustände, Vorgänge und Ereignisse der Sicherheitsebe nen 1 - 3 erreicht werden. Für die Sicherheitsebene 4 müssen im Hinblick auf das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente" anlagenspezifische Vorkehrungen (z. B. Notfallmaßnahmen) vorhanden sein. Auf der SE 4 ist nicht das Erreichen von Schutzzielen zu fordern, weil es sich hier um den Bereich des Restrisikos handelt. Stattdessen ist lediglich die Forderung nach dem Vorhandensein von Vorkehrungen angemessen. Je nach Gestaltung der Einrichtungen für die SE 1 - 4a ist aber auch nicht für jede Sicherheitsfunktion eine Notfallmaßnahme erforderlich. Zum Vergleich: in der BR1 wird für keine einzige Sicherheitsfunktion eine Notfallmaßnahme gefordert. Dem entsprechend ist die gesamte BR2 anzupassen und die verschiedenen BR zu harmonisieren.	modifiziert akzeptiert
3.1 (2)	2	Der dortige Hinweis auf den Anhang A sollte um den Zusatz „der KTA-Sicherheitsgrundlagen" ergänzt werden.	Akzeptiert
3.1 (2)	4	Kat. 3: (2) Zum Erreichen des Schutzzieles müssen folgende Teilschutzziele bzw. Gruppen von Sicherheitsfunktionen (siehe Anhang A **der KTA-Sicherheitsgrundlagen**) erfüllt werden:" Vorschlag: Texteinschub „der KTA-Sicherheitsgrundlagen", da der Anhang A der Basisregel 2 einen anderen Inhalt hat. Kommentar: In der Aufzählung weichen die Formulierungen zum Teil von Anhang A der KTA-Sicherheitsgrundlagen ab. So fehlt hier und in der weiteren Behandlung im Vergleich zu Anhang A der KTA-Sicherheitsgrundlagen der Punkt „Druckkammer Wärmeabfuhr".	Akzeptiert
3.1 (2)	8	Zum Erreichen des Schutzzieles müssen folgende Teilschutzziele bzw. Gruppen von Sicherheitsfunktionen (siehe KTA-GL, Anhang A) ~~erfüllt~~ gewährleistet werden:	Akzeptiert
3.1 (2)	6	(2) Zum Erreichen des Schutzzieles in den Sicherheitsebenen 1-3 müssen folgende Teilschutzziele bzw. Gruppen von Sicherheitsfunktionen (siehe Anhang A erfüllt werden: a) Sicherstellung der Wärmeabfuhr, d.h. des Wärmetransports von den Brennelementen bis zur Wärmesenke, z. B. durch aa) Wärmeabfuhr aus den Brennstäben, Brennelementen bzw. aus dem Kern, ab) Sekundärseitige Wärmeabfuhr (DWR), ac) Kondensationskammer Wärmeabfuhr (SWR), ad) Brennelementbecken Wärmeabfuhr, ae) Sicherheitsbehälter Wärmeabfuhr,	s.o. Akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		af) Wärmeabfuhr durch Kühlketten (bis zur Wärmesenke) b) Sicherstellung eines für die Kühlung der Brennelemente ausreichenden Wasser-/Kühlmittelinventars durch Ergänzung aus bereitgestellten Speichern und durch Begrenzung der Verluste, z. B. durch... Im Anhang A steht nichts zu Teilschutzzielen und Sicherheitsfunktionen. Da auf den Anhang A noch mehrmals falsch verwiesen wird, ist dies in der gesamten BR2 zu korrigieren. Unter a) und b) ist ein „z. B." einzufügen, weil nicht alle Sicherheitsfunktionen bei jedem Ereignis und nicht alle gleichzeitig erfüllt werden müssen. Außerdem sollten bereits bei der Aufzählung der Sicherheitsfunktionen die Abschnitte angegeben werden, in denen sie behandelt werden.	
3.1 (2) a)	3	Es sollte erwogen werden, ob nicht nach ab) Sekundärseitige Wärmeabfuhr (DWR) als neues **ac) Wärmeabfuhr über Turbinenkondensator (SWR)** eingeführt wird und die weiteren entsprechend ad) bis ag) werden. Begründung: Dies entspricht beim SWR dem ab) beim DWR.	abgelehnt, ist in 3.2.1 enthalten
3.1 (2) a)	8	für SWR Wärmeabfuhr über Turbinenkondensator ergänzen - entspricht ab) beim DWR	s. o.
3.1 (3) a)	6	den Nachweis der Beherrschung aller zu unterstellender Ereignisse, indem die für die einzelnen Sicherheitsebenen festgelegten Nachweiskriterien eingehalten werden (siehe BR6, Anhang C). Da die Aufstellung der Nachweiskriterien in BR6 verschoben wurde, ist auf deren Anhang C zu verweisen. Dies ist durchgehend zu ändern.	wird übergreifend geregelt
3.1 (4)	4	Kat. 3: (4) ... ~~H i n w e i s :~~ ~~Die Zulässigkeit von Kernauslegungen kann dadurch nachgewiesen werden, dass die Einhaltung der Schutzziele für bestimmte Bandbreiten der die Kernauslegung kennzeichnenden Parameter nachgewiesen wird.~~ ~~Derartige zyklusübergreifende Nachweise und die als zulässig nachgewiesenen Bandbreiten der Parameter können z. B. in sogenannten sicherheitstechnischen Rahmenbedingungen für Reaktorkerne zusammengefasst werden.“~~ Vorschlag: Der **Hinweis** sollte **entfallen**. Es handelt sich um eine Beschreibung der Vorgehensweise im Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren, die nicht in eine Basisregel gehört.	abgelehnt, der Hinweis erläutert die Randbedingungen
3.1 (6)	2	Der dortige Hinweis auf (11) ist nicht korrekt und muss geändert werden.	s. u.
3.1 (6)	8	vgl. ~~(11)~~(9)	Akzeptiert
3.1 (9)	8	Das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ wird dann erreicht, wenn bei den zu untersuchenden Ereignissen durch hinreichend zuverlässige Sicherheitsfunktionen die gemäß den Sicherheitsebenen gestaffelte Anforderungen erfüllt werden. Dies ist dann gewährleistet, wenn die in der schutzzielzugeordneten Zusammenstellung der Nachweiskriterien (siehe Anhang B) für die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ (BR 1) und „Kühlung der Brennelemente“ (BR 2) hinsichtlich der thermisch-mechanischen Belastung der Brennelemente, der Abschalt-/ Unterkritikalitätssicherheit	Akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		des Kerns, der Nachkühlbarkeit des Kerns sowie der Unterkritikalität und Kühlung bei der Brennelementhandhabung und -lagerung genannten relevanten Kriterien in der Gesamtheit eingehalten werden. Lesbarkeit	
3.1 (10)	6	Die Anforderungen an die Wärmeabfuhr und an die Sicherstellung von Kühlmittel- und Wasserinventaren sind auch abhängig von der Höhe der thermischen Leistung im Reaktorkern sowie von Systemdrücken. Statt „Ergänzung“ muss hier, entsprechend der Systematik, „Sicherstellung“ (schließt Ergänzung und Begrenzung der Verluste ein) stehen.	Akzeptiert
3.2.1 Hinweis	3	letzter Satz: ...aktive Umwälzung **bzw.** Naturumlauf **(DWR und SWR)** oder Abströmung über Ventile (SWR) ... Begründung: Sonst könnte das (SWR) nach Ventile fälschlicherweise auf alles Vorherige bezogen werden.	Akzeptiert
3.2.1 Hinweis	8	H i n w e i s : Die Wärmeabfuhr aus dem Kern umfasst den Wärmetransport von den Brennelementen a) beim DWR bis zu einem Wärmetauscher (Dampferzeuger oder Nachkühler) b) beim SWR bis zu einem Wärmetauscher (Turbinenkondensator oder Nachkühler) oder einem Wärmespeicher (Kondensationskammer). Dieser Wärmetransport durch das Kühlmittel erfolgt durch aktive Umwälzung oder Naturumlauf (DWR und SWR) oder Abströmung über Ventile (SWR) sowie bei Störfällen zusätzlich auch durch Verdampfung/Kondensation (DWR) bzw. Leckausströmung.	Akzeptiert
3.2.1.1	8	Sicherheitsebene 1/2: Hier und im Folgenden: Sicherheitsebene 1 und 2	Akzeptiert (gilt für alle Basisregeln)
3.2.1.1 (1)	8	„Nachweiskriterien“ durch „Nachweiswerte“ ersetzen Ein Kriterium wird erfüllt oder eingehalten bzw. nicht erfüllt oder verletzt. Ein Grenzwert oder vorgelagerter Grenzwert wird eingehalten oder überschritten. Die drei Beispiele in (1) zeigen, dass es unglücklich ist, den Begriff Nachweiskriterien zu verwenden, wenn tatsächlich vorgelagerte Grenzwerte gemeint sind und nicht die Kriterien in Anhang B	Akzeptiert
3.2.1.1 (1)	8	Im bestimmungsgemäßen Betrieb sind Temperatur-, Druck-, Durchsatz- und Leistungsschwankungen zu vermeiden, die zu einer Überschreitung der entsprechenden Nachweiskriterien (siehe Anhang B) der Brennelemente und weiterer zur Kühlung der Brennelemente erforderlicher Komponenten führen~~, zu vermeiden~~. Dabei sind Abstände von Nachweiskriterien derart durch Maßnahmen der Sicherheitsebenen 1 oder 2 einzuhalten, dass auch bei betrieblichen Transienten und bei Störfällen die jeweils hierfür geltenden Nachweiskriterien nicht überschritten werden. Beim SWR ist - erforderlichenfalls in Verbindung mit einer kurzfristigen Abschaltung des Reaktors - insbesondere zu gewährleisten, dass im Bedarfsfall jederzeit eine ausreichende Dampfabgabe durch zuverlässige Einrichtungen (Druckentlastungsventile) in die Kondensationskammer (z. B. Druckentlastung nach KMV oder Unterspeisungstransienten) erfolgen kann. Lesbarkeit Dampfabgabe in die Kondkammer soll nur im Bedarfsfall (unzureichende Wirksamkeit der Hauptwärmesenke) erfolgen können, andernfalls nicht.	Akzeptiert Akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
3.2.1.1 (1)	1	K3 Diskussion im AG der BR 2 über die mit "Störfällen" verbundene Absicht, eventuell ersetzen durch "Störungen". Ein Vorgriff auf Störfälle, die zur Sicherheitsebene 3 gehören ist in diesem Wickel nicht erforderlich. Kann es sein, dass hier Störungen anstelle von Störfällen stehen sollte?	abgelehnt, hier sind auch „Vorhalte" in Sicherhetisbene 3 gemeint
3.2.1.1 (1)	4	Kat. 3 (1) Im bestimmungsgemäßen Betrieb sind Temperatur-, Druck-, Durchsatz- und Leistungsschwankungen, ... Nachweiskriterien nicht überschritten werden. Beim SWR ist – ~~erforderlichenfalls in Verbindung mit einer kurzfristigen Abschaltung des Reaktors~~ - insbesondere zu gewährleisten, dass jederzeit eine ausreichende Dampfabgabe durch zuverlässige Einrichtungen (Druckentlastungsventile) in die Kondensationskammer (z. B. Druckentlastung ~~nach KMV~~ oder Unterspeisungstransienten) erfolgen kann." <u>Kommentar:</u> KMV ist ein Ereignis der Ebene 3, daher ist der Verweis auf KMV hier zu streichen. Eine Abschaltung dürfte immer die Voraussetzung für ein erfolgreiches Abblasen in die Kondensationskammer sein. Der Verweis auf eine Abschaltung sollte daher ebenfalls gestrichen werden.	wird modifiziert
3.2.1.1 (2) Hinweis	1	K3 Diskussion im AG der BR 2 über die mit diesem Hinweis verbundene Absicht und Klarstellung. Vermutung; Es müsste heißen "Weitere Anforderungen für die Sicherheitsebene 1/2 sind durch Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt" Anschließend an die Anforderung nach einer dauerhaften Wärmeabfuhr ohne Dampfbildung für die Sicherheitsebene 2 wird in (2) auf Sicherheitsebene 3 verwiesen. In Sicherheitsebene wird jedoch keine derartige Anforderung erhoben. In (3) wird ein gleichlautender Hinweis im Anschluss an die Anforderung nach der jederzeit vorhandenen Möglichkeit des Abfahrens des Reaktorkühlsystems in den Zustand "drucklos" gegeben.	abgelehnt, 3.2.1.2 (6) wird ergänzt
3.2.1.1 (4)	1	K2 Es sollte deutlicher gemacht werden, dass in Sicherheitsebene 2 Siedezustände sicher verhindert werden müssen. Ergänzungsvorschlag: „….mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, <u>um Siedezustände sicher zu verhindern".</u> Soweit ein Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb nicht hinreichend zuverlässig verhindert wird, sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, **bevor Siedezustände im Reaktorkühlsystem erreicht werden.** Ergänzungsvorschlag: Es sind Maßnahmen zu ergreifen, um Siedezustände im Reaktorkühlsystem sicher zu verhindern.	modifiziert akzeptiert
3.2.1.1 (4)	4	Kat. 2 (4) Soweit ein Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb nicht hinreichend zuverlässig verhindert wird, sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, *bevor Siedezustände im Reaktorkühlsystem erreicht werden*. H i n w e i s e: (1) Einem Ausfall des Nachkühlbetriebs kann z.B. durch entsprechende Überwachung und rechtzeitiges Einspeisen begegnet werden.	abgelehnt, siehe oben

Abschnitt gem. KTA	Ein-wender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		(2) Die Karenzzeit nach einem Ausfall des Nachkühlbetriebs kann bis zu seiner rechtzeitigen Wiederaufnahme durch Anhebung des Füllstands im Reaktorkühlsystem verlängert werden. (3) *Beim DWR kann bei geschlossenem Reaktorkühlsystem auch die Wiederaufnahme der sekundärseitigen Wärmeabfuhr genutzt werden*. Kommentar: Die Möglichkeit (3) im „Hinweis" widerspricht den Anforderungen des Wickels (4). Bei Übergang vom Nachkühlbetrieb (kalt, drucklos) auf die Sekundärseite durch Aufheizen des Reaktorkühlkreises kommt es zwangsläufig zum Sieden im Kernbereich. Entweder den Hinweis (3) oder die Forderung in 3.2.2.1 (4) streichen.	
3.2.1.2 (1)	5	*Ergänzen.* Die Aufzählung dieses Wickels gibt die Anforderungen hinsichtlich Kühlmittelverluststörfällen wieder, es fehlt jedoch die für die anderen Ereignissen geltende Anforderung „Erhalt der Brennstabhüllrohrintegrität" (mit den Kriterien: kritische Siedezustände bzw. Temperatur-Zeit-Kriterium, zentrales Pelletschmelzen).	modifiziert akzeptiert
3.2.1.2 (1)	6	Die Temperaturen der Brennstabhüllrohre sind - durch die Wärmeabfuhr so zu begrenzen, dass die für Störfälle spezifizierten _ Nachweiskriterien... Die Nachweiskriterien der SE 3 sind nicht mehr gestaffelt, seitdem die Ereignisklassen 3a und 3b zusammengefasst wurden.	Akzeptiert
3.2.1.2 (1)	5	Die Temperaturen der Brennstabhüllrohre sind - durch die Wärmeabfuhr so zu begrenzen, dass die für Störfälle spezifizierten und gestaffelten Nachweiskriterien (siehe Anhang B) eingehalten werden. Dabei soll a) keine selbsterhaltende exotherme Zirkon-Wasser-Reaktion stattfinden, in Anhang B fehlen entsprechende Kriterien *Entsprechend ergänzen oder anpassen*	abgelehnt
3.2.1.2 (1) b)	5	b) die Duktilität der Hüllrohre nicht durch Zirkon-Oxidation unzulässig verringert werden, in Anhang B fehlen entsprechende Kriterien zum Duktilitätserhalt. *Entsprechend ergänzen oder anpassen*	abgelehnt
3.2.1.2 (1) c)	5	c) die Kühlbarkeit des Reaktorkerns durch plastische Verformung der Brennstabhüllrohre nicht nachhaltig beeinträchtigt werden (siehe auch **weitere Spezifizierungen** im Anhang B). Anhang B enthält keine derartige Spezifizierung. *Entsprechend ergänzen oder anpassen*	abgelehnt
3.2.1.2 (1) c)	1	K3 Die Konkretisierung sollte in Anhang B vorgenommen werden. Überprüfung im Rahmen der BR 6. Die Forderung wird als nicht konkret genug angesehen.	modifiziert akzeptiert
3.2.1.2 (2)	1	K3 3a ist durch 3 zu ersetzen Es wird auf Ereignisklasse 3a hingewiesen, die es nicht gibt.	Akzeptiert
3.2.1.2 (2)	8	3a ist durch 3 zu ersetzen	Akzeptiert
3.2.1.2 (2)	2	Der Hinweis auf die Ereignisklasse 3a ist nicht korrekt. Er muss an die Vorgaben der Basisregel 6 angepasst werden.	Akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
3.2.1.2 (2)	3	Kap.3.2.1.2 (2) sollte ersatzlos gestrichen werden oder auf konkrete Störfälle konkretisiert werden. Begründung: Beim Kühlmittelverlust-Störfall ist ein Schadensumfang unter 10% nachzuweisen. Eine Überlagerung mit zusätzlichem Sicherheitsbehälter-Bypass kann nicht zu höheren Anforderungen führen, da sonst auch die normale Auslegung mit Schadensumfang null gemacht werden müsste. Die Überlagerung ist auch nicht Praxis. Falls Fälle mit inhärentem Bypass wie Dampferzeugerheizrohrbruch gemeint sind, dann sollten diese explizit aufgeführt werden. Eine Ereignisklasse 3**a** gibt es nicht (mehr).	abgelehnt, explizites Aufführen wird als unnötig erachtet
3.2.1.2 (2)	4	Kat2: (2) **Beim Ereignis ‚Frischdampfleitungsbruch mit DE-Heizrohrleck'** sind störfallbedingte Schäden an Brennstabhüllrohren zu vermeiden, im übrigen sind Nachweiskriterien der Ereignisklasse 3~~a~~ einzuhalten." Vorschlag: Präzisierung des Wickels (2). Kommentar: Eine Ereignisklasse 3a gibt es nicht. Die Kombination aus KMV und RSB-Bypass muß genauer definiert werden. Das Ereignis "Frischdampfleitungsbruch mit DE-Heizrohrleck" würde in die Kategorie "Störfallsequenzen mit direkter Freisetzung" des Anhangs B passen. Ein Pfad mit Sicherheitsbehälter-Bypass ist auch der in der Basisregel 5 unter 4.3.1.2 (6) beschrieben. Dieser ist als ein Ereignis der Kategorie 4b zu bezeichnen. Für solche Ereignisse wurden bisher nur Vorsorgemaßnahmen wie die in Basisregel 5 geforderten getroffen.	abgelehnt, siehe oben
3.2.1.2 (2)	6	Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust und gleichzeitigem Sicherheitsbehälter-Bypass sind störfallbedingte Schäden an Brennstabhüllrohren so zu begrenzen, dass die Vorgaben der BR4 erfüllt werden. Die Einhaltung der Störfallplanungswerte muss der Maßstab für die Zulässigkeit von Brennstabschäden sein.	abgelehnt, letzte Barriere sollte erhlten bleiben
3.2.1.2 (7)	4	Kat. 2 und 3 (7) Für den Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, bevor Zustände erreicht werden, in denen die BE, z.B. infolge Kühlmittelverlust durch Verdampfung aus dem Reaktorkühlsystem, nicht mehr mit Kühlmittel bedeckt sind oder in denen eine unzulässige Kondensatbildung im reflux-condensor-Zustand (DWR) erfolgt (siehe Basisregel 1). H i n w e i s: Die Karenzzeit kann bis zur rechtzeitigen Wiederaufnahme des kontrollierten Nachkühlbetriebs durch Anhebung des Füllstands im Reaktorkühlsystem verlängert werden. Vorschläge: Streichen des Hinweises, da die Maßnahme zum einen trivial ist, zum anderen ihre Beschreibung über den Inhalt einer Regel hinausgeht. (Kat. 3) Streichen von 3.2.1.2 (7) oder Verschiebung von Wickel (7) in die Sicherheitsebene 4b. Grund: Bei regelkonformer Ausführung von Nachkühlsystemen ist a priori deren längerfristiger Ausfall nicht zu unterstellen. (Kat. 2)	abgelehnt, stellt ein generelles Problem der Abgrenzung zw. BR 1und BR 2 dar, das AG sieht die jetzige Lösung als gut an
3.2.1.2 (7)	5	Für den Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, bevor Zustände erreicht werden, in denen die BE, z.B. infolge Kühlmittelverlust durch Verdampfung aus dem Reaktorkühlsystem, nicht mehr mit Kühlmittel bedeckt sind	modifiziert akzeptiert, Verweis wird eingefügt

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		oder in denen eine unzulässige Kondensatbildung im reflux-condensor-Zustand (DWR) erfolgt **(s. BR 1).** *In BR1 und BR6 ergänzen***.** Entsprechende Ausführungen zu „unzulässiger Kondensatbildung im „reflux condenser“ Zustand“fehlen in Basisregel 1, Hinweise hierzu sollten in der BR 6 erfolgen.	
3.2.1.2 (7)	6	Für den Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, bevor Zustände erreicht werden, in denen die BE, z.B. infolge Kühlmittelverlust durch Verdampfung aus dem Reaktorkühlsystem, nicht mehr mit Kühlmittel bedeckt sind). Die ursprünglich angesprochenen Reflux-Condenser-Szenarien mit Kondensatansammlung betreffen ausschließlich das Schutzziel 1 und müssen deshalb in BR1 behandelt werden.	abgelehnt
3.2.1.2. (7)	8	Für den Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, bevor Zustände erreicht werden, in denen die BE, z.B. infolge Kühlmittelverlust durch Verdampfung aus dem Reaktorkühlsystem, nicht mehr mit Kühlmittel bedeckt sind oder in denen ~~eine~~ unzulässige Mengen an Kondensat~~bildung~~ im reflux-condensor-Zustand (DWR) ~~erfolgt~~ gebildet werden (s. BR 1). Weniger missverständlich	Akzeptiert
3.2.1.3 (1)	4	Kat. 3 (1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch anlagenspezifische Maßnahmen der Wärmeabfuhr ~~- ggf. im Zusammenwirken mit der Reduzierung der Spaltleistung (s. BR 1)~~ und mit Druckbegrenzungseinrichtungen (s. BR 3) – die Nachweiskriterien (siehe Anhang B) eingehalten werden, d. h. es müssen Drücke und Temperaturen so begrenzt bleiben, dass die Integrität und Funktion der zur Kühlung der Brennelemente erforderlichen Komponenten nicht gefährdet werden.“ Kommentar: Eine Abschaltung ist immer die Voraussetzung für eine erfolgreiche Störfallbeherrschung. Daher Streichen des Hinweises auf die Spaltleistung.	abgelehnt
3.2.1.3 (1)	5	Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch anlagenspezifische Maßnahmen der Wärmeabfuhr - ggf. im Zusammenwirken mit der Reduzierung der Spaltleistung (s. BR 1) und mit Druckbegrenzungseinrichtungen (s. BR 3) - die Nachweiskriterien (siehe Anhang B) eingehalten werden, d. h. es müssen Drücke und Temperaturen so begrenzt bleiben, dass die Integrität und Funktion der zur Kühlung der Brennelemente erforderlichen Komponenten nicht gefährdet werden. **Dabei ist die Ereignisbeherrschung im Kurzzeitbereich (einige Minuten) durch ein inhärent sicheres Verhalten des Reaktorkerns in Verbindung mit dem selbsttätigen Öffnen der Sicherheitsventile ohne Kreditnahme vom Abschalten der Hauptkühlmittelpumpen zu gewährleisten.** **(siehe auch Basisregel 1)** Es fehlt die Berücksichtigung der RSK-Stellungnahme hinsichtlich der Inkreditnahme des Abschaltens der Hauptkühlmittelpumpen.	noch nicht endgültig diskutiert
3.2.1.3 (1)	6	Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen __ (siehe Ziele in Anhang B) anlageninterne Notfallschutzmaßnah-	modifiziert akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		men vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern noch gewährleisten bzw. die Ausweitung eines Kernschadens mindern (z. B. Maßnahmen zur primärseitigen Druckentlastung beim DWR). „zur Vermeidung schwerer Kernschäden“ muss entfallen, weil diese auf der SE 4b z. T. nicht vermeidbar sind. Dies ist durchgängig zu ändern, z. B. auch unter 3.2.2.3 (2). Für SE 4b sind ausschließlich „Ziele“ angegeben.	
3.2.1.3 (2)	8	hier und im Folgenden bei Sicherheitsebene 4b „Nachweiskriterien“ streichen – Begründung: Wie im einleitenden Textteil in Anhang B dargestellt, muss die Erfüllung von Nachweiskriterien zwar für die Sicherheitsebenen 1 bis 4a, nicht aber für die Sicherheitsebene 4b gezeigt werden. Auch in der tabellarischen Darstellung 5 in Anhang B ist von Zielen und nicht von Nachweiskriterien die Rede. Auch gemäß 2 (3) sollte bei Sicherheitsebene 4b nicht mehr von Nachweiskriterien die Rede sein.	Akzeptiert
3.2.2.1 (1)	6	Durch Dampfabgabe über die Turbine oder die Umleitstation an den Kondensator oder über die Frischdampfarmaturen an die Atmosphäre ist zu gewährleisten, dass die entsprechenden Nachweiskriterien gemäß Anhang B für die Brennelemente/-stäbe eingehalten werden. Hier sollte der allgemeinere Begriff „Armaturen“ verwendet werden.	Akzeptiert
3.2.2.1 (1) b)	1	K2 Diskussion im AG “ ….dass das Ansprechen eines absperrbaren Druckhalter-Abblaseventil **selten** ist.“ Was heißt selten? So steht es in den RSK-LL für DWR. Die Forderung wurde in der Vergangenheit erfüllt, obwohl die sicherheitstechnische Bedeutung aufgrund des zusätzlich vorhandenen Isolationsventils gering ist.	abgelehnt
3.2.2.1 (1) b)	8	wenn Temperaturen und Drücke für Primär- und Sekundärseite auf zulässige Werte für die Sicherheitsebene 2 begrenzt bleiben, d. h. auf der Primärseite der Druck so begrenzt bleibt, dass das Ansprechen eines absperrbaren Druckhalter-Abblaseventils selten ist. red.	Akzeptiert
3.2.2.1 (2)	4	Kat 3 (2) Zur Absicherung einer geregelten Wärmeabfuhr müssen die FD-Sicherheitsventile absperrbar sein oder die Druck-Ansprechwerte für die Frischdampfabgabe über Umleitstation, Frischdampf-Abblaseregelventile und Frischdampf-Sicherheitsventile so gestaffelt sein, dass ein Ansprechen von nicht absperrbar Vorschlag: Überführung des Wickels (2) in die Sicherheitsebene 3. en FD-Sicherheitsventilen vermieden wird.“ Kommentar: Die Forderung nach absperrbaren Sicherheitsventilen auf der Sicherheitsebene 1/2 ist neu. Bisher wurde sie nur im Zusammenhang mit der Beherrschung von DE-Heizrohrlecks realisiert, diese sind aber Sicherheitsebene 3. Es ist auch nicht einsichtig, warum absperrbare SiV zur Sicherstellung einer geregelten Wärmeabfuhr erforderlich sein sollen. Hinsichtlich der Druckstaffelung ist anzumerken, dass hierzu auch Auslegungsanforderungen an die Abblasekapazität und Schnelligkeit der Abblaseregelventile gehören. Wenn diese nicht ausreichend sind zur Erfüllung der Anforderungen an	Abgelehnt

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		die Druckabsicherung, nützt die Staffelung nichts. Im Übrigen geht der Wickel (2) zu sehr auf realisierte Anlagen ein und ist eigentlich für ein Regelwerk zu weitgehend.	
3.2.2.2	1	K3 Redaktionelle Überarbeitung Die beiden letzten Absätze a) und b) erläutern was im drittletzten Absatz mit "rechtzeitig" gemeint ist, daher müssen sie mit ba) uns bb) bezeichnet und eingerückt werden.	Akzeptiert
3.2.2.2	8	zweimal a) und b) ist für Zitieren schlecht	Akzeptiert
3.2.2.2 b)	8	b) die Leckageergänzung im Primärkreis mit den Niederdruck-Einspeisepumpen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters vor Abfall des Füllstandes unter Oberkante Kern vorzunehmen. vorzunehmen, soweit die Hochdruck-Einspeisepumpen nur begrenzte Einspeisevorräte haben. - Begründung: Die Forderung ist ausführungsspezifisch und gilt nur für ein HD-Einspeisesystem, das aus dem Flutbehältern ansaugt und keine Ansaugmöglichkeit aus dem Sumpf hat. Dies ist z. B. für den EPR nicht der Fall.	Akzeptiert
3.2.2.2	1	K2 Ergänzungsvorschlag: "…. Um die Leckageergänzung im Primärkreis mit den Niederdruck-Einspeisepumpen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters vor Abfall des Füllstandes unter Oberkante Kern, d.h. unter einem messbaren Füllstand oberhalb der Oberkante des Kerns vorzunehmen." Die Benennung von Füllständen muss sich daran orientieren, was in der Anlage messbar ist. Der Kommentar bezieht sich auf: "…. Um die Leckageergänzung im Primärkreis mit den Niederdruck-Einspeisepumpen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters vor Abfall des Füllstandes unter Oberkante Kern vorzunehmen."	abgelehnt, da Meßvorgang anlagenspezifisch
3.2.2.2	4	Kat. 3 Durch Dampfabgabe .... um a) auf primärseitige Nachwärmeabfuhr überzugehen (vor Verbrauch der Speisewasservorräte **bzw. der Vorräte des Notkühlsystems**), b) ... ". Vorschlag: Ergänzung wie oben eingetragen.	modifiziert akzeptiert
3.2.2.3 (1)	6	Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch Dampfabgabe an die Atmosphäre über FD-Abblaseregelventile oder -Sicherheitsventile (falls verfügbar vorgelagert über die Umleitstation) a) der FD-Druck auf die in der Sicherheitsebene 4a zulässigen Werte begrenzt werden (siehe BR 3), b) der FD-Druck so abgesenkt werden, dass die Anlage vor dem Verbrauch der Speisewasservorräte ausreichend abgekühlt ist, um auf primärseitige Nachwärmeabfuhr übergehen zu können. Dabei darf von einem Nachfüllen der Speisewasservorräte Kredit genommen werden. Der Text unter b) wurde so geändert, dass er eindeutig und verständlicher ist.	Akzeptiert
zwischen 3.2.2 und 3.2.3	3	Zwischen Kap.3.2.2 und 3.2.3 sollte ein Kapitel über Wärmeabfuhr über Turbinenkondensator (SWR) eingefügt werden.	siehe oben

Abschnitt gem. KTA	Ein-wender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		Begründung: Siehe oben Kap.3.1	
zwischen 3.2.2 u. 3.2.3	8	Abschnitt zu Wärmeabfuhr Turbinenkondensator (SWR) ergänzen - s.o.	siehe oben
3.2.3	4	Kat. 3 H i n w e i s e: (1) Die Kondensationskammer-Wärmeabfuhr beim SWR umfasst den Wärmetransport aus der Wasserphase der Kondensationskammer bis zum ersten Wärmetauscher der Nachkühlkette. (2) Die Kondensationskammer ist Bestandteil des Sicherheitsbehälters, die Sicherheitsfunktionen Wärmeabfuhr sowie Druck- und Temperaturbegrenzung (BR 3) sind daher gekoppelt (siehe auch 3.2.5). ~~(3) Bei der Ein-/Rückspeisung von Wasser in die Koka wird durch Sprühen die Gasphase gekühlt und ggf. vorhandener Wasserdampf kondensiert (siehe 3.3.5).~~“ Vorschlag / Kommentar: Der Hinweis (3) sollte gestrichen werden, da nur ein Sachverhalt dargestellt wird und im übrigen dieser Effekt anlagen-spezifisch ist (zur hier angesprochenen Wärmeabfuhr reicht auch Rückförderung in die Wasserphase der Koka aus).	akzeptiert
3.2.3 Hinweis	6	Hinweise: 1) Die Kondensationskammer-Wärmeabfuhr beim SWR umfasst den Wärmetransport aus der Wasserphase der Kondensationskammer bis zum ersten Wärmetauscher der Nachkühlkette. 2) Die Kondensationskammer ist Bestandteil des Sicherheitsbehälters, die Sicherheitsfunktionen Wärmeabfuhr sowie Druck- und Temperaturbegrenzung (BR 3) sind daher gekoppelt (siehe auch 3.2.5). 3) Bei der Ein-/Rückspeisung von Wasser in die Koka wird durch Sprühen die Gasphase gekühlt und ggf. vorhandener Wasserdampf kondensiert (siehe 3.3.5). Es ist durchgängig entweder das ganze Wort oder die Abkürzung zu verwenden.	Akzeptiert
3.2.3 Hinweis (3)	8	(3) Bei der Ein-/Rückspeisung von Wasser in die ~~Koka~~ Kondensationskammer wird durch Sprühen in die Gasphase ~~gekühlt und~~ dort ggf. vorhandener Wasserdampf kondensiert (siehe 3.3.5). Präzisierung	s. o.
3.2.3.3 (1)	4	Kat. 3 (1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch die Wärmeabfuhr die Temperaturen in der Kondensationskammer auf die für diese Fälle zulässigen Werte begrenzt werden (z. B. durch Notstandssysteme).“ Kommentar: „Die für diese Fälle zulässigen Werte“ sind auch im Anhang B nicht definiert.	wird ergänzt
3.2.4.1 und 3.2.4.2	1	K2 Ergänzungsvorschlag: Der Einzelfehler ist für die Systemfunktion Wärmeabfuhr aus dem BE-Becken zu berücksichtigen, auch unter der Bedingung unmittelbar nach einer Kernvollausladung. Das Arbeitsgremium (AG) der BR 2 soll darüber hinaus die Situation bei allen existierenden SWR und DWR untersuchen. Die Baulinie SWR 69 ist möglicherweise der dafür kritische Pfad. Die Auslegung des BE-Beckens ist nicht Gegenstand der BR	wird an BR 5 weitergeleitet

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		2. **Der Hinweis ist an BR 5 weiterzuleiten.** Eine Anforderung nach der Einhaltung des Einzelfehlers für die Wärmeabfuhr aus dem BE-Becken fehlt, wobei darauf hingewiesen werden sollte, dass diese Anforderung auch unmittelbar nach einer Kernvollausladung gelten muss. Die Einzelfehleranforderung bezieht sich auf die Funktion, nicht auf das System. Die systemtechnische Situation ist bei solchen Anlagen unkritisch, bei denen es neben der Nutzung des ausschließlich der Beckenkühlung dienenden Systems noch die Möglichkeit gibt, Stränge des Not- und Nachkühlsystems für die Funktion der Beckenkühlung heranzuziehen. Ferner fehlt eine Aussage, ob bei der Auslegung des BE-Beckens eine jederzeitige Auslagerung einer Beladung berücksichtigt werden muss.	
3.2.4.3 (2)	4	Kat. 3 ... ~~(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen eine Kühlung durch andere Mechanismen möglich ist, z. B. durch Verdampfung/Wärmestrahlung im Lagerbecken (siehe Nachweiskriterium in Anhang B).~~“ <u>Kommentar:</u> Zustände der Ebene 4b, die für das BE-Lagerbecken relevant sein könnten, sind nicht definiert. Daher sollte der Wickel (2) gestrichen werden.	abgelehnt, es wird als sinnvoll erachtet, hier Maßnahmen vorzusehen
3.2.5 Hinweis	6	H i n w e i s e : 1) Die Wärmeabfuhr aus dem Sicherheitsbehälter erfolgt im bestimmungsgemäßen Betrieb über Lüftungsanlagen (z. B. Umluftbetrieb über Kühler) und durch das betriebliche Kondensationskammerkühlen (SWR, 3.2.3) und bei Störfällen mit Kühlmittelverlust durch die primärseitige Wärmeabfuhr (3.2.1) und Kondensationskammer-Wärmeabfuhr (SWR, 3.2.3). 2) Beim SWR erfolgt im KMV-Störfall die Wärmeabfuhr aus der Druck- in die Kondensationskammer durch das Druckabbausystem. 3) Die Sicherheitsbehälter-Wärmeabfuhr ist als Sicherheitsfunktion für die Einhaltung des Schutzzieles Brennelement-Kühlung nicht erforderlich, sie ist jedoch eine sicherheitstechnisch wichtige Funktion zur Einhaltung des Schutzzieles Sicherheitsbehälter-Integrität (BR 3) sowie für die Auslegung/ Funktionsfähigkeit der zur Kühlung der Brennelemente heranzuziehenden Einrichtungen (BR 5). Unter (3) wird erläutert, dass die Sicherheitsbehälter-Wärmeabfuhr nicht für die Erreichung des SZ 2 erforderlich ist, sondern für die der SZe 3 und 5. Die Inhalte sind deshalb aus der BR2 zu entfernen und, soweit sie relevant sind, in BR3 oder BR5 zu verschieben.	wird gegen BR 3 und BR 5 geprüft
3.2.6 Hinweise (2)	3	Der Halbsatz ..., dies stellt aber keine Kühlkette dar. Sollte ersatzlos gestrichen werden. Begründung: Es ist unklar, was damit gesagt werden soll. Technisch ist dies eine Wärmeabfuhrkette mit der Wärmesenke Atmosphäre.	Akzeptiert
3.2.6 Hinweis (2)	8	.“.. dies stellt aber keine Kühlkette dar“ klingt merkwürdig	siehe 3.2.2
3.2.6.2 a)	6	Durch Wärmetransport und Wärmeabgabe ist zu gewährleisten, dass die für Störfälle in Anhang B angegebenen Nachweiskriterien für die Brennstäbe und das Beckenwasser eingehalten werden; dies gilt auch für die zulässigen Temperaturen (BR 3) für Sicherheitsbehälter (DWR) sowie Druck- und Kondensationskammer (SWR). Dies muss auch gelten, wenn folgende ungünstige Randbedingungen vorliegen (s. BR 5):	Akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		a) keine Wärmeabfuhr über die Turbinenkondensatoren (Hauptwärmesenke) und (nur beim DWR) keine sekundärseitige Wärmeabfuhr über die Frischdampfarmaturen-Station, wenn die Primärkreistemperatur ereignisbedingt unter der sekundärseitigen Temperatur liegt (z. B. bei mittlerem Primärkreisleck), Die Ergänzung muss erfolgen, um klarzustellen, dass es sich bei der 2. Randbedingung nicht um ein Ausfallpostulat handelt.	
3.2.6.3 (1)	6	Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch Wärmetransport/Wärmeabgabe Temperaturen unter Zugrundelegung normaler Umgebungsbedingungen eingehalten werden, bei denen Versagensgrenzen derjenigen Komponenten nicht erreicht werden, die für eine ausreichende Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern und aus dem Brennelement-Lagerbecken gemäß den Nachweiskriterien (siehe Anhang B) erforderlich sind. Der Text muss verständlicher formuliert werden!	wird umformuliert
3.2.6.3 (2)	4	Kat. 3 (2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die bei Unverfügbarkeit der Kühlketten noch eine Wärmeabfuhr aus den zu kühlenden Komponenten ermöglichen (z. B. durch eine unabhängige Versorgung mit Feuerlöschwasser, Flusswasser), so dass eine Wärmeabfuhr aus dem Kern *und dem Brennelement-Lagerbecken* zur Erfüllung der Nachweiskriterien (siehe Anhang B) noch möglich ist." Vorschlag: Bezug zum BE-Lagerbecken hier streichen, siehe Kommentar zu 3.2.4.3 (2). Ergänzungsvorschläge (z.B. als Hinweis): Hinsichtlich Wärmeabfuhr aus dem Kern wird auf den Kommentar zu 3.2.1.2 (7) verwiesen.	abgelehnt
3.2.6.3 (2)	6	Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die bei Unverfügbarkeit der betrieblichen und der für Auslegungsstörfälle vorgesehenen Kühlketten noch eine Wärmeabfuhr aus den zu kühlenden Komponenten ermöglichen (z. B. durch eine unabhängige Versorgung mit Feuerlöschwasser, Flusswasser), so dass eine Wärmeabfuhr aus dem Kern und dem Brennelement-Lagerbecken zur Erfüllung der Nachweiskriterien (siehe Anhang B) noch möglich ist. Die Frage der Angemessenheit von Notfallmaßnahmen kann nicht unabhängig davon beurteilt werden, welche Einrichtungen auf den davor liegenden SE vorhanden sind (s. a. Kommentar zu Abschn. 3.1). Durch die Ergänzung wird ermöglicht, auf SE 4b Einrichtungen zu nutzen, die z. B. auch in SE 4a herangezogen werden (z. B.: Notstandsnachkühlkette).	Akzeptiert
3.2.6.3 (2)	8	Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die bei Unverfügbarkeit der Kühlketten noch eine Wärmeabfuhr aus den zu kühlenden Komponenten ermöglichen (z. B. durch eine unabhängige Versorgung mit Feuerlöschwasser oder Flusswasser), so dass eine Wärmeabfuhr aus dem Kern und dem Brennelement-Lagerbecken zur Erfüllung der Nachweiskriterien (siehe Anhang B) noch möglich ist. ... , dem Sicherheitsbehälter und ... Begründung: Notwendige Ergänzung für durch Ausfall der Wärmesenke ausgelösten schweren Störfall.	Akzeptiert
3.3.1 Hinweis	4	Kat. 3 H i n w e i s :	Akzeptiert

Abschnitt gem. KTA	Ein-wender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
b), d), f) u. g)		Die Kühlmittelergänzung umfasst die Einspeisung von Kühlmittel in das Reaktorkühlsystem aus a) betrieblichen Kühlmittelspeichern (DWR), b) Speichern im Speisewasserkreislauf ~~(SWR)~~, c) Notkühlwasserspeichern, ggf. einschließlich Borsäurevorräten (DWR), d) der Kondensationskammer ~~(SWR)~~, e) dem Sumpf des Sicherheitsbehälters, f) sonstigen Speichern ~~(SWR)~~, g) Fluss- oder Brunnenwasser~~(SWR)~~." **Vorschlag: „SWR" streichen, die Möglichkeit gibt es auch bei DWR.**	
3.3.1.2 (2)	5	Weiterhin müssen die Einspeisesysteme – erforderlichenfalls im Zusammenwirken mit druckabsenkenden Maßnahmen – das Reaktorkühlsystem so auffüllen können, dass keine unzulässige Kondensatbildung im „reflux condenser" Zustand erfolgt **(siehe BR 1).** *In BR1 und BR6 ergänzen.* Entsprechende Ausführungen zu „unzulässiger Kondensatbildung im „reflux condenser" Zustand" fehlen in Basisregel 1, Hinweise hierzu sollten in der BR 6 erfolgen.	siehe BR 1
3.3.1.2 (2)	6	2. Absatz muss entfallen Die Anforderung ist in BR1 zu verlagern, da sie ausschließlich das SZ „Kontrolle der Reaktivität" betrifft.	siehe oben
3.3.1.2 (2) 2. Abs.	8	Weiterhin müssen die Einspeisesysteme – erforderlichenfalls im Zusammenwirken mit druckabsenkenden Maßnahmen – das Reaktorkühlsystem so auffüllen können, dass keine unzulässige Mengen an Kondensat~~bildung~~ im „reflux condenser" Zustand ~~erfolgt~~ gebildet werden (siehe BR 1).	Akzeptiert
3.3.1.2 (3)	1	K2 Diskussion im AG der BR 2 und Entscheidung über Klarstellung oder Streichung. Der Hinweis zur Bemessung der Notkühlvorräte in der Kondensationskammer wird als missverständlich verstanden.	siehe unten
3.3.1.2 (3)	8	Beim DWR müssen die Notkühlwasservorräte so bemessen sein, Soweit beim DWR mit der HD-Einspeisung nicht aus dem Sumpf angesaugt werden kann, müssen....Begründung s.o.	akzeptiert
3.3.1.2 (5)	1	K1 **In Basisregel 5 sollte dieser Punkt angesprochen sein. Um Prüfung wird gebeten.** "Beim Ansaugen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters (DWR und SWR) bzw. der Kondensationskammer (SWR) müssen Vorkehrungen derart getroffen sein, dass die Kernkühlung (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) und insbesondere die Funktion des entsprechenden Einspeisesystems nicht durch Verstopfungen, z. B. infolge von abgerissenem Isoliermaterial, unzulässig beeinträchtigt wird (siehe Basisregel 5)."	wird an BR 5 weitergegeben
3.3.1.2 (5) 3.3.2.2 Zwischen (1) und (2)	1	K2 Es wäre besser statt der Forderung nach der Vermeidung von siedendem Wasser eine ausreichende Saughöhe zu fordern, d.h. dass der vorhanden NPSH Wert größer als der erforderliche NPSH Wert ist. Ergänzungsvorschlag für Kapitel 3.3.2.2, eventuell als eigener Wickel zwischen (1) und (2): "Bei einem KMV muss es zur Sicherstellung der Kernkühlung stets möglich sein, mit den Nachkühlpumpen aus dem	noch nicht endgültig diskutiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		Sumpf Kühlwasser anzusaugen. Dazu muss eine ausreichende Saughöhe (NPSH) der Pumpen gewährleistet sein." Eine Anforderung nach der Vermeidung von siedendem Wasser im Sumpf des Sicherheitseinschlusses fehlt. Der Vorschlag zielt auf die Vermeidung eines kavitationsbedingten Ausfalls der aus dem Sumpf ansaugenden Niederdrucknot- und Nachkühlpumpen ab. Sieden ist nach einer Absenkung des Drucks im Sicherheitsbehälter nicht völlig auszuschließen. Ob jedoch Kavitation in stärkerem Maße in den Pumpen auftritt, hängt von weiteren Faktoren ab: der Aufstellungshöhe der Pumpe gegenüber dem Sumpf, dem Strömungswiderstand in der Saugleitung, der Kühlung durch den Nachwärmekühler.	
3.3.1.2 (5)	4	Kat 3: (5) Beim Ansaugen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters (DWR und SWR) bzw. der Kondensationskammer (SWR) müssen Vorkehrungen derart getroffen sein, dass die Kernkühlung (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) und insbesondere die Funktion des entsprechenden Einspeisesystems nicht durch Verstopfungen, z. B. infolge von abgerissenem Isoliermaterial, unzulässig beeinträchtigt wird (siehe Basisregel 5). **Das Ansaugen aus dem Sumpf muss auch bei abgesenktem Druck im Sicherheitsbehälter bzw. Sieden im Sumpf möglich sein (vgl. RSK-Leitlinien 22.1.3 (3))**." Ergänzung, die hierher passt: Das Ansaugen aus dem Sumpf muss auch bei abgesenktem Druck im Sicherheitsbehälter bzw. Sieden im Sumpf möglich sein (vgl. RSK-Leitlinien 22.1.3 (3)).	noch nicht endgültig diskutiert
3.3.1.3 (2) Hinweis	1	K3 Verschieben des Hinweises an den Anfang von Kapitel 3.3.1.2 Der Hinweis gehört zu Sicherheitsebene 3	Akzeptiert
3.3.1.3 (2) Hinweis	4	Kat. 3 ~~H i n w e i s :~~ ~~Bei der Dimensionierung der Einspeisesysteme wird - auch bei Nachweis begrenzter Leckquerschnitte (< 2F) - der Nachweis erbracht, dass diese in der Lage sind, bei Lecks bis zu einem Querschnitt entsprechend 2 F der HKL (DWR) bzw. der FD- oder SPWLeitungen innerhalb des Sicherheitsbehälters (SWR) den Reaktorkern kurzfristig wieder zu fluten und dauerhaft mit Wasser bedeckt zu halten (siehe Nachweiskriterium in Anhang B).~~" Kommentar: Dieser Hinweis ist zu streichen. Er gehört in die Sicherheitsebene 3, z. B. in 3.3.1.2 (1) oder aber als Ergänzung in 3.3.1.3 (1), da postulierte große Lecks ebenfalls der Ebene 4a zugerechnet werden.	s.o.
3.3.1.3 (2) Hinweis	6	Hinweis zu (2) ist nach 3.3.1 zu verschieben. Der Hinweis betrifft nicht die SE 4, sondern die ebenenübergreifenden Einzelnachweise.	Akzeptiert
3.3.1.3 (2) Hinweis	8	Hier ist noch Abstimmung mit BR6 erforderlich, da dort 2F-LOCA sowohl der Sicherheitsebene 3 als auch dem „Sondertopf" zugeordnet ist, hier aber der Sicherheitsebene 4.	wird geprüft
3.3.2 Hinweis c)	2	Die genannte Maßnahme „Sekundärkreisabschluss..." reduziert nur für bestimmte Szenarien (z.B. Dampferzeugerheizrohrbruch) die Druckdifferenz und die Kühlmittelverlustrate. Dies sollte ergänzt werden.	Beipielliste wird ergänzt
3.3.2.2 (1)	1	K2 Ergänzungsvorschlag:	ausreichend behandelt in BR 3

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		Bei einem Kühlmittelverluststörfall innerhalb des Sicherheitsbehälters muss dieser so dicht sein, dass keine wesentlichen Mengen an Kühlmittel aus dem Sicherheitsbehälter austreten können. Eine weitere Anforderung an die Dichtheit des Sicherheitsbehälters ergibt sich aus dem Schutzziel Einschluss der radioaktiven Stoffe“ (BR 3). Eine Anforderung an die Dichtheit des Sicherheitsbehälters zur Erhaltung des Kühlmittels bei Leckstörfällen fehlt. Eine angemessen Dichtheit ist erforderlich, damit das aus dem Leck in den Sicherheitsbehälters eintretende Kühlmittel diesen nicht verlässt, und – abzüglich des unvermeidlichen Verbleibs eines Teiles auf dem Wege dorthin – sich im Gebäudesumpf ansammeln kann, wo es durch die Not- und Nachkühlpumpen wieder für die Kühlung der Brennelemente verfügbar ist.	
3.3.2.2 (1)	6	Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust innerhalb des Sicher heitsbehälters sind die an den Sumpf des Sicherheitsbehälters anschließenden Rohrleitungen abzusperren, soweit dies für ei nen zur Ansaugung aus dem Sumpf ausreichenden Wasser stand erforderlich ist. Für ___ nicht absperrbare Rohrlei tungsabschnitte außerhalb des Sicherheitsbehälters sind zu sätzliche Vorkehrungen gegen den Verlust von Kühlmittel zu treffen (z. B. Doppelrohrkonstruktionen bis zum ersten Absperr ventil oder hochwertige Konstruktion, niedriges Span nungsniveau, wiederkehrende Prüfungen, s. BR 3, 5). Die Bedeutung des Wortes „eventuell“ ist unklar. Es sollte entfallen, denn mit den Sumpfsaugleitungen gibt es auf jeden Fall solche Leitungen. Das letzte „und“ ist durch ein Komma zu ersetzen, denn je nach Wirksamkeit der Merkmale und Maßnahmen ist u. U. nicht die gleichzeitige Erfüllung aller erforderlich.	Akzeptiert Akzeptiert
3.3.2.2 (2)	6	2. Absatz („Bei Kühlerlecks ...“) Die hier formulierten Anforderungen betreffen nicht das Schutzziel 2, sondern den Einschluss der radioaktiven Stoffe und sind deshalb in BR3 zu verschieben.	abgelehnt, Verweis auf BR 3 wird aufgenommen
3.3.2.2 (3)	6	„Beim DWR muss ein Sprühen im Druckhalter...“ Das Druckhalter-Sprühen dient nicht dem SZ2 (DEHeiRo-Leck) oder es dient dem SZ2, aber nicht der Sicherheitsfunktion „Begrenzung Kühlmittelverlust“ (Kleines Leck). Die formulierten Anforderungen sind an den passenden Stellen zu behandeln.	wird umformuliert
3.3.2.3 (2)	6	Für Zustände der Sicherheitsebene 4b mit Kühlmittelverlusten außerhalb des Sicherheitsbehälters müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen unter Berücksichtigung einspeisbarer einschließlich zusätzlich zu erschließender, siehe auch 3.3.1.3 (2), Kühlmittelvorräte der Kühlmittelverlust nach außen derart begrenzt oder beendet wird, dass eine Kernkühlung gemäß Nachweiskriterium in Anhang B, noch ermöglicht werden kann (z. B. Maßnahmen bei Überflutung Frischdampfleitung mit eingeschränkten DDA bei SWR bzw. mit DE-Heizrohrversagen bei DWR, „kühlmittelsparende" Handfahrweisen). Auf SE 4b kann die Einhaltung von „Nachweiskriterien“ nicht verlangt werden, weil diese Ebene auch Zustände mit Kernschaden einschließt. Die Frage, ob NFM angemessen sind, ist abhängig davon, welche Maßnahmen in den vorgelagerten Ebenen vorhanden sind (s. a. Kommentare zu Abschn. 3.1 und 3.2.6.3).	noch nicht endgültig diskutiert

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		Die Beispiele betreffen nicht das SZ 2, sondern das SZ 3. Es ist außerdem nicht klar, worum es sich bei diesen handelt.	
3.3.3.1 (1) u. (2)	6	(1) und (2) müssen entfallen. Die Anforderungen unter (1) und (2) sind nur verfügbarkeits-, aber nicht sicherheitsrelevant, denn wenn sie nicht erfüllt werden, wird hierdurch die SE 2 nicht verlassen.	noch nicht endgültig diskutiert
3.3.3.2 (1) Hinweise (3)	4	Kat. 3 H i n w e i s e : ... (3) Falls das betriebliche Nachwärmeabfuhrsystem beim Ausgangszustand „Kühlkreislauf geschlossen“ (DWR) ausfällt, kann die Wärmeabfuhr an die Sekundärseite erfolgen. Bei längerfristiger Wärmeabfuhr muss mindestens ein Dampferzeuger sekundärseitig **gefüllt und zur Bespeisung verfügbar sein**. Ergänzung: Redaktionelle Klarstellung. Im Übrigen würde der Hinweis (3) besser in den Abschnitt 3.2.1.1 (4), Hinweis (3) passen.	Akzeptiert
3.3.3.3 (1)	6	... Es müssen Einrichtungen oder Massnahmen vorhanden sein, um die Speisewasservorräte gegebenenfalls zu ergänzen, z.B. durch Deionat, Trinkwasser, Flusswasser oder Brunnenwasser. Auf der SE 4 reicht es aus, wenn entweder Einrichtungen oder Maßnahmen vorhanden sind.	Akzeptiert
3.3.4.1	6	„Bei Wasser-/Dampfverlust außerhalb...“ Dieser Text muss entfallen oder unter SE3 zu behandeln. Offenbar ist hier ein Fehlöffnen oder ein Öffnen und Schließversagen nach Transiente eines FD-SiV angesprochen. Dies gehört jedoch nicht in die SE2.	Abgelehnt
3.3.4.2	6	Bei Störfällen mit Wasser-/Dampfverlust aus dem Speisewas-ser/Dampfkreislauf infolge Leck oder fehloffener Armatur muss die Leckstelle durch Armaturen abgesperrt werden können (ersatzweise Abschaltung von Pumpen), soweit dies erforderlich ist, a) um die gemäss 3.3.3.2 (3) erforderlichen Wasservorräte der Einspeisesysteme sicherzustellen, H i n w e i s e : ... Die Inhalte unter b) bis d) betreffen nicht das SZ2 und sind deshalb in der BR2 höchstens als Hinweise aufzunehmen.	noch nicht endgültig diskutiert
3.3.4.3	1	K1 Das AG der BR 2 muss Anforderungen für 4b aufstellen. Es fehlen Anforderungen an die Sicherheitsebene 4b	Abgelehnt, es gibt hier keine Anforderungen an 4b.
3.3.4.3	6	Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen anlagenspezifische Maßnahmen vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr gemäß den Bedingungen in 3.2.2.3 (1) ermöglichen; dazu können gehören a) die Abtragbarkeit von Lasten aus einer Wasserbeauf schlagung der Frischdampfleitungen bis zu den Absperr armaturen (s. BR 3) Ist der Punkt relevant? Gibt es in der SE 4a ein Szenario, bei dem es zu einer Wasserbeaufschlagung der Frischdampfleitungen kommt?	Noch nicht diskutiert.

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
3.3.4.3 b)	1	K3 Ergänzungsvorschlag: Aufnahme einer entsprechende Forderung in Kapitel 3.3.4.2 Es entsteht der Eindruck, dass die Absperrung der Frischdampf-/Speisewasserleitungen bei Brüchen außerhalb des Reaktorgebäudes nur zur Sicherheitsebene 4 gehört.	Akzeptiert als 3.3.4.2 e)
3.3.7.3 (1)	6	Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch anlagenspezifische Maßnahmen Wasser (ggf. boriertes, DWR) ergänzt werden, soweit dies zur Wiederaufnahme der Umwälzkühlung erforderlich ist, bevor die __ Nachweiskriterien in Anhang B überschritten werden. Dies sollte besser in dieser allgemeineren Form ausgedrückt werden.	Akzeptiert
Anhang A	3	Nur Strahlenschutzverordnung, KTA-GL und KTA-BR1-7 sind im Text erwähnt.	Noch nicht diskutiert.
Anhang A	8	Atomgesetz, Sicherheitskriterien und Störfall-Leitlinien sollten entfallen, da auf sie nicht verwiesen wird. KTA-GL REV (~~06/01~~12/02) KTA-Sicherheitsgrundlagen	Noch nicht diskutiert.
Anhang B	3	Anhang B: In der jetzigen Phase ist die informative Auflistung in jeder Basisregel hilfreich. Im Gründruck sollte aber nur das Original bei der Basisregel 6 als Anhang C enthalten sein. Am Ende von Anhang A sollte aufgenommen werden: Hinweis: Eine Zusammenstellung der technischen Nachweiskriterien für die Analyse von Ereignisabläufen und Anlagenzuständen hinsichtlich Einhaltung der Schutzziele getrennt nach Sicherheitsebenen ist in der KTA-BR 6 als Anhang C enthalten. Begründung: Mehrfache Auflistung identischer Unterlagen wegen des Änderungsdienstes vermeiden.	Abgelehnt
Anhang B (2)	1	K2 Satz streichen oder unter Berücksichtigung der nebenstehenden Grundsätze verändern. “Die Vorverlagerung auf die technischen Nachweiskriterien dient vor allem der Vereinfachung der Nachweisführung.“ Der Satz impliziert, dass die mit der Vorgehensweise der vorgelagerten technischen Nachweiskriterien verbundenen Sicherheitsabstände bei größeren Nachweisaufwand alle entfallen könnten. Dies ist nicht akzeptabel. Die technischen Nachweiskriterien stellen außerdem einen Wert für den Schutz der Barrieren dar.	Noch nicht diskutiert.
Anhang B (4) Letzter Satz	1	K2 Streichen des Satzes Überarbeiten der Spalte 3 in Tabelle B “In der Zusatzspalte werden typische Werte, Vorgehensweisen und Methoden angeführt.“ Der Charakter von “ typische Werten“ ist unklar. So handelt es sich z.B. bei der Begrenzung des Schadensumfangs beim KMV-Störfall auf <10% der Brennstäbe um ein nach derzeitigem Regelwerk bzw. Praxis einzuhaltendes Nachweisziel. Auch die lokale Wasserstoffkonzentration kleiner als Zündgrenze ist nicht eine “Vorgehensweise“ oder “Methode“ sondern eine einzuhaltende Anforderung.	Noch nicht diskutiert.
Anhang B 1 SE 1 Brennstäbe/Brenn-	2	Es sollte eine Formulierung analog Sicherheitsebene 2 gewählt werden. Vorschlag: „ Auslegungsabbrände und Sicherstellung der Handhabbarkeit...“	Noch nicht diskutiert.

Abschnitt gem. KTA	Ein-wender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
elemente			
Anhang B 2 SE 2	1	K2 GRS sieht noch Untersuchungsbedarf zur Anwendung der PDO-Methode in der Sicherheitsebene 2 Das Anführen der Alternative “Einhaltung Temperatur-Zeit-Kriterium für Hüllrohre (werkstoff- und fertigungsabhängig)“ zur Anforderung “Vermeidung kritischer Siedezustände / Wärmestromdichten“ in Anhang B2 (= C2 der BR 6) wird daher als zu verfrüht angesehen.	Noch nicht diskutiert.
Anhang B 2 SE 2	8	3. Spalte: z. B. maximaler lokaler Wert: T_{max} = ~~600~~ 650 °C für t < 5 s	Noch nicht diskutiert.
Anhang B 3 SE 3	8	Bei Hüllrohrtemperaturen oberhalb von ~~600~~ 650 °C (Grenz-temperatur für Zircaloy) sind Nachweise zum Brennstabverhalten durchzuführen.	Noch nicht diskutiert.
Anhang B 3 SE 3	8	keine Überschreitung der für Störfälle zulässigen Spannun-gen und Drücke im Primärsystem (entsprechend z.B. 1,3fache~~r~~m Auslegungsdruck)	Noch nicht diskutiert.
Anhang B3 SE 3	1	K2 Gemeinsame Bearbeitung durch BR 1, BR 2, BR 6 “Allgemeines Kriterium (Ziel): Begrenzung Schadensumfang BS-Hüllrohre sowie Gewährleistung der Kühlfähigkeit und Abschaltbarkeit“. Hier fehlen “Erhalt der Brennstabintegrität“, bisherige Praxis bei den Transienten und Reaktivitätsstörfällen mit Ausfall der 1.RESA Anregung und “Erhalt der Handhabbarkeit und Entladbarkeit“	Noch nicht diskutiert.
Anhang B3 (SE 3)	1	K1 Gemeinsame Bearbeitung durch BR 1, BR 2, BR 6. Eine Strukturierung nach Störfallgruppen wäre hier ein möglicher Ausweg. “Keine störfallbedingten BS-Schäden bei Störfallsequenzen mit direkter Freisetzung in die Umgebung“ Was ist hier gemeint? Störfallsequenzen mit direkte Freiset-zung dürfen in Sicherheitsebene 3 nicht auftreten.	Noch nicht diskutiert.
Anhang B3 SE 3	1	K2 Gemeinsame Bearbeitung durch BR 1, BR 2, BR 6. Klarstellung, dass es sich um Bypass-Sequenzen handelt. “Keine störfallbedingten BS-Schäden bei Störfallsequenzen mit direkter Freisetzung in die Umgebung“ Was ist hier gemeint? Störfallsequenzen mit direkte Freiset-zung dürfen in Sicherheitsebene 3 nicht auftreten.	Noch nicht diskutiert.
Anhang B3 SE 3	1	K1 Gemeinsame Bearbeitung durch BR 1, BR 2, BR 6. “Vermeidung einer Brennstofffragmentierung durch zu hohe Enthalpiezufuhr im Brennstab“ Wesentliche Reduzierung gegenüber den Anforderungen der derzeitigen Praxis und den RSK-LL 3.2.1 (11) (Beschädi-gung des Reaktorkerns ist zu vermeiden). Es existiert kein gesicherter Stand von W+T was die Einführung eines Kriteriums “Vermeidung der Brennstoff-fragmentierung“ betrifft.	Noch nicht diskutiert.
Anhang B3	1	K3 Korrigieren Anhang zusätzlich anfügen. In der Spalte “Typische Werte, …“ und der Zeile “Brennstäbe / Brennelemente (Kern)“ wird im letzten Satz ein Hinweis auf	Noch nicht diskutiert.

Abschnitt gem. KTA	Ein-wender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		die Nachweiskriterien im Anhang D gegeben. Der Hinweis müsste auf den Anhang D der BR 6 lauten. Zur Information sollte auch dieser Anhang angefügt werden.	
Anhang B 4	8	keine Überschreitung der für spezielle, sehr seltene Ereignisse zulässigen Spannungen und Drücke (Service Level C, entsprechend z.B. 1,3facher m Auslegungsdruck)	Noch nicht diskutiert.
Anhang C	3	Anhang C wird B	Noch nicht diskutiert.
Anhang D	3	Anhang D wird C Kernaustrittstemperatur (Brennelement-Köpfe) **Frage:** Wie wird heute die sicherheitstechnische Einstufung dieser Post-TMI ad-hoc Maßnahme gesehen? Auffällig ist der Unterschied zum SWR. Wie soll dies logisch erklärt werden? Temperatur des Wassers im Sicherheitsbehältersumpf. **Frage:** Warum nicht auch für SWR?	Noch nicht diskutiert.
Anhang D	8	Kernaustrittstemperatur (Brennelement-Köpfe) DWR Temperatur des Wassers im Sicherheitsbehältersumpf DWR Warum Unterschiede zu SWR?	Noch nicht diskutiert.
Verweis	1	K2 **Im AG von Basisregel 6 sollte diskutiert werden, ob eine derartige Forderung erhoben werden soll.** Die Berücksichtigung der Quervermischung des Kühlmittels wird in BR 2, anders als in der KTA-Fachregel nicht gefordert. Je nach Aufgabenstellung werden Analysen mit einem oder mit mehreren Kernkanälen oder auch in dreidimensionaler Darstellung durchgeführt. Daher kann man eine solche Anforderung nicht generell erheben. Die Erfahrungen der GRS bei der Nachrechnung von LOFT zeigten, dass eine Berücksichtigung der Quervermischung zu einer günstigeren Kühlung führt. Inzwischen ist die Berücksichtigung der Quervermischung Stand von W +T bei den fortschrittlichen System-Rechenprogrammen und braucht deshalb nicht separat erhoben werden.	Noch nicht diskutiert.
Verweis	1	K2 **Im AG der BR 5 prüfen, ob es eine solche Forderung zu erheben ist.** Anforderungen an die mechanische Auslegung von Brennelementniederhaltungen bzw. Brennelementkästen fehlen	Noch nicht diskutiert.
Verweis	1	K1 **Im AG der BR 5 prüfen, ob es eine solche Forderung zu erheben ist.** Anforderungen an die Auslegung und Betrieb von Brennelementlagerbecken fehlen in BR 2.	Noch nicht diskutiert.
Verweis	1	K1 **Muss in BR 5 enthalten sein.** Anforderungen an Wartung und Instandsetzung fehlen . in BR 2	Noch nicht diskutiert.
Verweis	1	K1 **Anforderungen an die Störfallfestigkeit sollten in BR 5 erhoben werden**. Anforderungen an die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit, Funktionsbereitschaft und Wirksamkeit von Sicherheitseinrichtungen sowie zur Überwachung von Sicherheitsvariablen fehlen .	Noch nicht diskutiert.

Abschnitt gem. KTA	Einwender Nr.	Vorschlag mit Begründung	Kommentar/ Beschluss des AGs
		In BR 2 sind die zu überwachenden Parameter mit Relevanz für das Schutzziel der BR 2 zusammengestellt.	
Verweis	1	K2 **Bitte prüfen, ob für BR 4 oder BR 5 relevant.** Anforderungen an die Begrenzung der Wärmeeinleitung in Gewässer oder in die Atmosphäre fehlen in BR 2.	Noch nicht diskutiert.
Doku 3.1 (6)	8	Auf seiner 14. Sitzung am 24. und 25. Oktober 2001 in Erlangen hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/01/1) für den Fraktionsumlauf (15. Dezember 2001 bis 1. März 2002) – mit Vorgabe kleiner Änderungen durch das AG - freizugeben. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.	Akzeptiert
Doku 3.1 (12)	8	Auf seiner 16. Sitzung am 24. September 2002 hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag Basisregel 2 erneut beraten und beschlossen, alle sieben Basisregeln in einen gemeinsam Fraktionsumlauf zu entsenden.	Akzeptiert
Doku 3.1 (14)	8	Auf seiner 17. Sitzung am 17. und 18. Dezember 2002 in München hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/02/2) für den 2. Fraktionsumlauf (bis 15. März 2003) freizugeben. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.	Akzeptiert
Doku 4	8	Zur Erstellung der Basisregel Nr. 2 „Kühlung der Brennelemente“ wurden sicherheitsrelevante übergeordneten Anforderungen aus dem untergesetzlichen Regelwerk, insbesondere den KTA-Fachregeln zusammengestellt und im Sinne der Schutzzielorientierung neu formuliert.	Akzeptiert

Anlage 3

KTA-Basisregel Nr. 2
„Kühlung der Brennelemente“

(Fasung 03/04)

Anmerkung:

Absätze, in denen Änderungen im Vergleich zur Fassung 12/02 vorgenommen wurden, sind durch Seitenanstriche markiert.

Sicherheitstechnische Regel des KTA

Regelentwurfsvorlage
Fassung April 2004

KTA Basisregel 2

Kühlung der Brennelemente

Inhalt

Seite

Grundlagen 64

1 Anwendungsbereich 64

2 Begriffe 64

3 Kühlung der Brennelemente 64

3.1 Allgemeines, übergeordnete Anforderungen 64

3.2 Sicherstellung Wärmeabfuhr 65

3.3 Sicherstellung Kühlmittelinventar 68

Anhang A: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird 75

Anhang B (informativ): Zusammenstellung der technischen Nachweiskriterien für die Analyse von Ereignisabläufen und Anlagenzuständen hinsichtlich Einhaltung der Schutzziele getrennt nach Sicherheitsebenen 76

Anhang C: Zusammenstellung der bei der Kern-/Brennelementauslegung zu berücksichtigenden Parameter mit Einfluss auf die Kühlung der Brennelemente und Nachweisgang der ausreichenden thermohydraulischen Auslegung 81

Anhang D: Zusammenstellung zu überwachender Parameter, die das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ betreffen 82

Dokumentationsunterlage zur Erstellung der KTA-Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“ 83

Grundlagen

Zielsetzung, Aufbau und Anwendungsbereich des Vorhabens KTA 2000 sind im Abschnitt 1 der KTA-Sicherheitsgrundlagen enthalten.

1 Anwendungsbereich

(1) Die Basisregel 2 konkretisiert das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ für Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren gemäß den Ebenen des gestaffelten Sicherheitskonzeptes. Sie enthält ausführungsunabhängige sicherheitstechnische Anforderungen, die bei Planung, Errichtung, Änderung und Betrieb von Leichtwasserreaktoren zugrunde zu legen sind.

(2) Die Basisregel 2 ist bei Auslegung und Betrieb des Reaktorkerns sowie aller Systeme und Einrichtungen anzuwenden, soweit hier die Kühlung der Brennelemente betroffen ist. Die Anwendung bezieht sich

a) beim DWR auf den Primärkühlkreislauf einschließlich der Not- und Nachkühlsysteme, Sekundärkreislauf einschließlich der Notspeisesysteme, das Brennelement-Lagerbecken einschließlich der Beckenkühlkreise und den Sicherheitsbehälter,

b) beim SWR auf den gesamten Speisewasserdampfkreislauf einschließlich Reaktordruckbehälter, Druckentlastung und -begrenzung, die Kondensationskammer, die Nachspeise- und Nachkühlsysteme, das Brennelement-Lagerbecken einschließlich der Beckenkühlkreise und den Sicherheitsbehälter,

c) und für beide Anlagentypen auf die jeweils nachgelagerten Kühlketten einschließlich der Wärmesenken..

(3) Die Basisregel gilt für alle stationären und transienten Anlagenzustände des Leistungsbetriebs, der Betriebsphasen des Ab- und Anfahrens, des Anlagenstillstands, und des BE-Wechsels.

(4) Integritätsanforderungen und übergeordnete Anforderungen an die Auslegung (z. B. gegen Belastungen), die Ausführung sowie die Funktionstüchtigkeit und an die Überwachungsmaßnahmen der zur Kühlung der Brennelemente (Sicherstellung Wärmeabfuhr und Kühlmittelinventar) herangezogenen Einrichtungen (z. B. Systemtechnik, Energieversorgung, Leittechnik, Festigkeit und Funktion von Armaturen und Pumpen) werden in den Basisregeln BR 3, und BR 5 behandelt.

(5) Besondere Anforderungen im Hinblick auf die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit notwendiger Funktionen dieser Einrichtungen für die Sicherstellung der Kühlung der Brennelemente (z. B. Einzelfehlerkriterium und Auslegungskriterien wie Redundanz, Diversität, räumliche Trennung, baulicher Schutz, Entkopplung, Fail-Safe-Verhalten, Automatisierung sowie auch Prüfungen und Personalhandlungen) werden in den Basisregeln 5, 6 und 7 behandelt.

(6) Auf wesentliche Schnittstellen zu anderen Basisregeln wird durch entsprechende Verweise im Text hingewiesen.

2 Begriffe

Redaktioneller Hinweis:

Das Arbeitsgremium BR 2 ist einstimmig der Meinung, dass ein Großteil der Begriffe übergeordnet in den "KTA-Sicherheitsgrundlagen" definiert werden sollte, da diese Begriffe einheitlich für alle Basisregeln gelten sollten. Bis dies geschehen kann, werden wesentliche Begriff-Definitionen, die BR 2 betreffend, hier aufgeführt. Weitere Begriffe werden in der Dokumentationsunterlage zu dieser Basisregel aufgeführt. Sie sind als Beiträge der Arbeitsgruppe BR 2 für zukünftige Bemühungen anzusehen, um für alle Basisregeln zu einer konsistenten und systematischen Verwendung einheitlicher Begriffe zu gelangen.

(1) Anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen

Anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen werden im auslegungsüberschreitenden Bereich angewendet

a) zur Verhinderung von schweren Kernschäden (präventive Maßnahmen),

b) zur Milderung der Auswirkungen solcher schwerer Kernschäden (mitigative Maßnahmen), und zur Erlangung eines langfristig stabilen Anlagenzustandes.

(2) Grenzwert

Grenzwerte sind diejenigen Werte der Zustandsgrößen von Anlagenteilen, Systemen oder darin enthaltenen Medien, bei deren Einhaltung ein Versagen sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen aufgrund eines angemessenen Sicherheitsabstandes ausgeschlossen ist.

(3) Nachweiskriterien (technische)

Vorgelagerte technische Kriterien (Grenzwerte physikalischer Zustandsgrößen), bei deren Einhaltung die radiologischen Kriterien in jedem Fall erfüllt sind.

(4) Radiologische Kriterien, Dosisgrenzwerte

Radiologische Kriterien, Dosisgrenzwerte sind die gemäß Strahlenschutzverordnung maximal zulässigen Werte der Strahlenexposition.

(5) Repräsentativer Ereignisablauf

Ereignisablauf, der sich nach dem Eintritt eines angenommenen Ereignisses ergibt, beeinflusst von Gegenmaßnahmen und weiteren Versagens- oder Ausfallpostulaten, und der abdeckend hinsichtlich der Anforderungen an Sicherheitsfunktionen für eine Anzahl von Ereignisabläufen steht.

(6) Schutzziel / Sicherheitsfunktion

Den Schutzzielen

a) Kontrolle der Reaktivität,

b) Kühlung der Brennelemente,

c) Einschluß der radioaktiven Stoffe und

d) Begrenzung der Strahlenexposition

lassen sich Sicherheitsfunktionen zuordnen, die zum Erreichen der Schutzziele erforderlich sind. Diese Sicherheitsfunktionen wiederum umfassen aktive, insbesondere verfahrenstechnische Maßnahmen (z. B. Kühlmittelergänzung) und passive Maßnahmen (z. B. Sicherheitsbehälter).

(7) Versagensgrenze

Versagensgrenze ist der Wert einer Zustandsgröße, bei dem kein Sicherheitsabstand zum Versagen betroffener Komponenten oder Einrichtungen besteht.

3 Kühlung der Brennelemente

3.1 Allgemeines, übergeordnete Anforderungen

(1) Das Schutzziel “Kühlung der Brennelemente“ muss für alle Zustände, Vorgänge und Ereignisse der Sicherheitsebenen 1 - 3 erreicht werden. Für die Sicherheitsebene 4a muss das Schutzziel durch anlagenspezifische Maßnahmen zur Reduzierung der Häufigkeit von Gefährdungszuständen erreicht werden. Für die Sicherheitsebene 4b ist das Schutzziel zur Vermeidung schwerer Kernschäden oder zur Begrenzung ihrer radiologischen Auswirkungen durch anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen zu erreichen.

(2) Zum Erreichen des Schutzzieles müssen folgende Sicherheitsfunktionen (siehe Anhang A der KTA-Sicherheitsgrundlagen) gewährleistet werden:

a) Sicherstellung der Wärmeabfuhr, d.h. des Wärmetransports von den Brennelementen bis zur Wärmesenke, z.B. durch

aa) Wärmeabfuhr aus den Brennstäben, Brennelementen bzw. aus dem Kern bis zum ersten Wärmetauscher oder zur Kondensationskammer,

ab) Sekundärseitige Wärmeabfuhr (DWR),

ac) Kondensationskammer Wärmeabfuhr (SWR),

ad) Brennelementbecken Wärmeabfuhr,

ae) Sicherheitsbehälter Wärmeabfuhr,

af) Wärmeabfuhr durch Kühlketten (bis zur Wärmesenke)

b) Sicherstellung eines für die Kühlung der Brennelemente ausreichenden Wasser-/Kühlmittelinventars durch Ergänzung aus bereitgestellten Speichern und durch Begrenzung der Verluste, d.h. z.B. durch

ba) Kühlmittelergänzung,

bb) Begrenzung Kühlmittelverlust,

bc) Dampferzeugerbespeisung (DWR)

bd) Begrenzung Wasser-/Dampfverlust aus Sekundärkreislauf (DWR),

be) Ergänzung Kondensationskammerinventar (SWR)

bf) Begrenzung Wasserverlust aus der Kondensationskammer (SWR)

bg) Brennelementbecken-Wasserergänzung,

bh) Begrenzung Brennelementbecken-Wasserverlust.

(3) Die Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen sind zu erfüllen durch

a) die Auslegung des Reaktorkerns und der Brennelemente sowie der Systeme und Komponenten zur Kühlung der Brennelemente,

b) Einrichtungen und Maßnahmen zur Überwachung von Parametern, die die Kühlung der Brennelemente beeinflussen, und

c) den Nachweis der Beherrschung aller zu unterstellender Ereignisse, indem die für die einzelnen Sicherheitsebenen festgelegten Nachweiskriterien eingehalten werden (siehe Anhang B).

(4) Bei der Kernauslegung sind alle bedeutsamen, die Kühlung beeinflussenden Parameter zu berücksichtigen. Diese sind in Anhang C angegeben.

H i n w e i s :
Die Zulässigkeit von Kernauslegungen kann dadurch nachgewiesen werden, dass die Einhaltung der Schutzziele für bestimmte Bandbreiten der die Kernauslegung kennzeichnenden Parameter nachgewiesen wird.

Hierzu gehören auch die Nachweisgrenzen für die die Ereignisablaufanalysen (vgl. Absatz (7)) beeinflussenden Parameter, innerhalb derer die Beherrschung der Ereignisse abdeckend nachgewiesen wurde.

Solange die Parameterwerte der bei Kernnachladungen realisierten Folgekerne innerhalb dieser Bandbreiten bleiben, sind die entsprechenden Nachweise weiterhin gültig.

Derartige zyklusübergreifende Nachweise und die als zulässig nachgewiesenen Bandbreiten der Parameter können z. B. in sogenannten sicherheitstechnischen Rahmenbedingungen für Reaktorkerne zusammengefasst werden.

(5) Bei der Auslegung der Systeme, Einrichtungen und Komponenten zur Kühlung der Brennelemente sind alle Anforderungen an die Sicherheitsfunktionen gemäß den Kap. 3.2 und 3.3 zu berücksichtigen.

(6) Alle wesentlichen, die Kühlung von Brennelementen beeinflussenden Parameter sind - abhängig von Anlagenzuständen und Parameteränderungsgeschwindigkeiten - kontinuierlich, periodisch oder zustandsbezogen hinreichend zuverlässig zu überwachen, soweit dies zur Kontrolle der Einhaltung der Nachweiskriterien für die Sicherheitsfunktionen und damit zum Nachweis der Schutzzielerfüllung (vgl. (9) und Anhang B) erforderlich ist. Die für das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ zu überwachenden Parameter sind im Anhang D angegeben.

(7) Zur Bewertung der Beherrschung von Ereignissen hinsichtlich des Schutzzieles „Kühlung der Brennelemente“ sind grundsätzlich diejenigen Ereignisse zu berücksichtigen, die

a) zur Verringerung einer noch ausreichenden Wärmeabfuhr aus den Brennelementen (jeweils im Vergleich zur erzeugten Wärme) oder

b) zur Verringerung eines für die Kühlung der Brennelemente noch ausreichenden Wasser-/Kühlmittelinventars

führen können.

H i n w e i s:
Die zu betrachtenden Ereignisse einschließlich der Randbedingungen und Ausfallannahmen sowie Art und Umfang der Nachweise sind in BR 6 geregelt.

(8) Die zustandsabhängig abzuführenden Wärmeleistungen sind zu berücksichtigen. Bei transienten Vorgängen ist erforderlichenfalls die Wärmekapazität von Strukturen und Wasservorräten zu berücksichtigen bzw. darf entlastend (bei Wärmespeicherung) angesetzt werden. Bei der Festlegung der Kapazität der Einrichtungen zur Wärmeabfuhr darf der Energieaustrag aus dem Leck entlastend berücksichtigt werden.

(9) Das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ wird dann erreicht, wenn bei den zu untersuchenden Ereignissen durch hinreichend zuverlässige Sicherheitsfunktionen die gemäß den Sicherheitsebenen gestaffelten Anforderungen erfüllt werden. Dies ist dann gewährleistet, wenn die in der schutzzielzugeordneten Zusammenstellung der Nachweiskriterien (siehe Anhang B) für die Schutzziele „Kontrolle der Reaktivität“ (BR 1) und „Kühlung der Brennelemente“ (BR 2) hinsichtlich der thermisch-mechanischen Belastung der Brennelemente, der Abschalt-/ Unterkritikalitätssicherheit des Kerns, der Nachkühlbarkeit des Kerns sowie der Unterkritikalität und Kühlung bei der Brennelementhandhabung und -lagerung genannten relevanten Kriterien in der Gesamtheit eingehalten werden.

(10) Die Anforderungen an die Wärmeabfuhr und an die Sicherstellung von Kühlmittel- und Wasserinventaren sind auch abhängig von der Höhe der thermischen Leistung im Reaktorkern sowie von Systemdrücken. Sie sind deshalb immer im Zusammenhang zu sehen mit den auf der jeweiligen Sicherheitsebene geforderten Sicherheitsfunktionen zur Begrenzung und Verminderung der Reaktivität, Leistung und Leistungsdichte, zur Sicherstellung der Abschaltung (siehe BR 1), zur Druckbegrenzung (siehe BR 3) und zur Druckentlastung (siehe nachfolgend).

3.2 Sicherstellung Wärmeabfuhr

3.2.1 Wärmeabfuhr aus dem Kern

H i n w e i s :
Die Wärmeabfuhr aus dem Kern umfasst den Wärmetransport von den Brennelementen

a) beim DWR bis zu einem Wärmetauscher (Dampferzeuger oder Nachkühler)

b) beim SWR bis zu einem Wärmetauscher (Turbinenkondensator oder Nachkühler) oder einem Wärmespeicher (Kondensationskammer).

Dieser Wärmetransport durch das Kühlmittel erfolgt durch aktive Umwälzung oder Naturumlauf (DWR und SWR) oder Abströmung über Ventile (SWR) sowie bei Störfällen zusätzlich auch durch Verdampfung/Kondensation (DWR) bzw. Leckausströmung (DWR und SWR).

3.2.1.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Im bestimmungsgemäßen Betrieb sind Temperatur-, Druck-, Durchsatz- und Leistungsschwankungen zu vermeiden, die zu einer Überschreitung der entsprechenden

Nachweiskriterien (siehe Anhang B) der Brennelemente und weiterer zur Kühlung der Brennelemente erforderlicher Komponenten führen. Dabei sind durch Maßnahmen der Sicherheitsebenen 1 oder 2 Vorhalte derart abzusichern, dass auch bei betrieblichen Transienten und bei Störfällen die jeweils hierfür geltenden Nachweiskriterien nicht überschritten werden.

Beim SWR ist - erforderlichenfalls in Verbindung mit einer kurzfristigen Abschaltung des Reaktors - insbesondere zu gewährleisten, dass im Bedarfsfall jederzeit eine ausreichende Dampfabgabe durch zuverlässige Einrichtungen (Druckentlastungsventile) in die Kondensationskammer (z. B. Druckentlastung nach Unterspeisungstransienten) erfolgen kann.

Hinweis:
Daher müssen Temperaturen und Füllstände des Kühlwassers in der Kondensationskammer so begrenzt werden, dass diese Wärmeabfuhr gewährleistet ist, siehe 3.2.3, 3.3.5 und 3.3.6.

(2) Nach Aufnahme des Nachkühlbetriebes über Kühler muss eine Wärmeabfuhr dauerhaft ohne Dampfbildung im Reaktorkühlsystem gewährleistet sein.

Hinweis:
Anforderungen der Sicherheitsebene 1/2 sind durch weitergehende Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt.

(3) Ein Abfahren des Reaktorkühlsystems in den Zustand „drucklos“ muss jederzeit möglich sein.

Hinweis:
Anforderungen der Sicherheitsebene 1/2 sind durch weitergehende Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt.

(4) Soweit ein Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb nicht hinreichend zuverlässig verhindert wird, sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, um Siedezustände im Reaktorkühlsystem zu vermeiden.

Hinweise:
(1) Einem Ausfall des Nachkühlbetriebs kann z.B. durch entsprechende Überwachung und rechtzeitiges Einspeisen begegnet werden.
(2) Die Karenzzeit nach einem Ausfall des Nachkühlbetriebs kann bis zu seiner rechtzeitigen Wiederaufnahme durch Anhebung des Füllstands im Reaktorkühlsystem verlängert werden.
(3) Beim DWR kann bei geschlossenem und hinreichend gefülltem Reaktorkühlsystem auch die Wiederaufnahme der sekundärseitigen Wärmeabfuhr genutzt werden.

3.2.1.2 Sicherheitsebene 3

(1) Die Temperaturen der Brennstabhüllrohre sind - durch die Wärmeabfuhr so zu begrenzen, dass die für Störfälle spezifizierten Nachweiskriterien (siehe Anhang B) eingehalten werden. Dabei soll u.a.

a) keine selbsterhaltende exotherme Zirkon-Wasser-Reaktion stattfinden,

b) die Duktilität der Hüllrohre nicht durch Zirkon-Oxidation unzulässig verringert werden,

c) die Kühlbarkeit des Reaktorkerns durch plastische Verformung der Brennstabhüllrohre nicht verhindert wird.

(2) Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust und gleichzeitigem Sicherheitsbehälter-Bypass sind störfallbedingte Schäden an Brennstabhüllrohren zu vermeiden, im übrigen sind Nachweiskriterien der Ereignisklasse 3 einzuhalten.

(3) Zur Absicherung der Funktion und Integrität der zur Kernkühlung erforderlichen Komponenten und Bauteile sind die entsprechenden zulässigen Temperaturen und Drücke einzuhalten (siehe BR 3 und BR 5 hinsichtlich der Auslegungsanforderungen).

(4) Die Zufuhr nicht kondensierbarer Gase mit dem Kühlmittel, z. B. im Kühlmittel gelöstes Gas oder ein Eintrag von Treibgas der Druckspeicher (DWR) oder der Schnellabschalttanks (SWR), muss so begrenzt sein, dass diese den Kühlvorgang nicht entscheidend behindern. Beim DWR muss durch diese Begrenzung zusätzlich sichergestellt werden, dass eine Druckabsenkung im Primärkreis für eine dauerhafte Kühlmittelergänzung nicht behindert wird.

(5) Bei KMV-Störfällen mit Energieeintrag in den Sicherheitsbehälter ist durch die Wärmeabfuhr zu gewährleisten, dass die entsprechenden Auslegungswerte (Temperaturen, Drücke) des Sicherheitsbehälters (BR 3) und seiner Einbauten (BR 5) nicht überschritten werden. (Zur Kondensationskammer-Wärmeabfuhr beim SWR s. Abschn. 3.2.3)

(6) Langfristig müssen unterkühlte Zustände des Kühlmittels im Reaktorkern hergestellt und aufrechterhalten sowie das Reaktorkühlsystem in den Zustand „drucklos“ übergeführt werden können.

(7) Für den Ausfall des Systems für die Wärmeabfuhr aus dem Kern im Nachkühlbetrieb sind Maßnahmen mit dem Ziel vorzusehen, die Nachwärmeabfuhr wieder aufzunehmen, bevor Zustände erreicht werden, in denen die BE, z.B. infolge Kühlmittelverlust durch Verdampfung aus dem Reaktorkühlsystem, nicht mehr mit Kühlmittel bedeckt sind oder in denen unzulässige Mengen an Kondensat im reflux-condensor-Zustand (DWR) gebildet werden (s. BR 1).

Hinweis
Die Karenzzeit kann bis zur rechtzeitigen Wiederaufnahme des kontrollierten Nachkühlbetriebs durch Anhebung des Füllstands im Reaktorkühlsystem verlängert werden.

3.2.1.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch anlagenspezifische Maßnahmen der Wärmeabfuhr - ggf. im Zusammenwirken mit der Reduzierung der Spaltleistung (s. BR 1) und mit Druckbegrenzungseinrichtungen (s. BR 3) - die Nachweiskriterien (siehe Anhang B) eingehalten werden, d. h. es müssen Drücke und Temperaturen so begrenzt bleiben, dass die Integrität und Funktion der zur Kühlung der Brennelemente erforderlichen Komponenten nicht gefährdet werden.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen zur Vermeidung schwerer Kernschäden oder zur Minimierung ihrer Auswirkungen (siehe Nachweisziele in Anhang B) vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern noch gewährleisten oder die Ausweitung eines Kernschadens mindern (z. B. Maßnahmen zur primärseitigen Druckentlastung beim DWR).

3.2.2 Sekundärseitige Wärmeabfuhr (DWR)

Hinweis:
Die sekundärseitige Wärmeabfuhr beim DWR umfasst den Wärmetransport von der Sekundärseite der Dampferzeuger bis zum Kondensator bzw. bis zur Frischdampfabgabe an die Atmosphäre.

3.2.2.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Durch Dampfabgabe über die Turbine oder die Umleitstation an den Kondensator oder über die FD-Armaturen an die Atmosphäre ist zu gewährleisten, dass die entsprechenden Nachweiskriterien gemäß Anhang B für die Brennelemente/-stäbe eingehalten werden. Dies ist insbesondere dann gegeben,

a) wenn sekundär- und primärseitige Temperaturen und Drücke entsprechend dem Teillastdiagramm (mit begrenzten Abweichungen) eingehalten werden (Sicherheitsebene 1),

b) wenn Temperaturen und Drücke für Primär- und Sekundärseite auf zulässige Werte für die Sicherheitsebene 2 begrenzt bleiben, d. h. auf der Primärseite der Druck so begrenzt bleibt, dass das Ansprechen eines absperrbaren Druckhalter-Abblaseventils selten ist.

(2) Zur Absicherung einer geregelten Wärmeabfuhr müssen die FD-Sicherheitsventile absperrbar sein oder die Druck-Ansprechwerte für die Frischdampfabgabe über Umleitstation, Frischdampf-Abblaseregelventile und Frischdampf-Sicherheitsventile so gestaffelt sein, dass ein Ansprechen von nicht absperrbaren FD-Sicherheitsventilen vermieden wird.

3.2.2.2 Sicherheitsebene 3

Durch Dampfabgabe an die Atmosphäre über FD-Abblaseregelventile oder –sicherheitsventile (falls verfügbar vorgelagert über Umleitstation) ist zu gewährleisten,

a) dass durch Begrenzung des FD-Drucks die für die Sicherheitsebene 3 zulässigen Werte eingehalten werden (s. BR 3)

b) dass durch Absenkung des FD-Druckes Temperatur und Druck im Reaktorkühlsystem rechtzeitig abgesenkt werden können, um

ba) auf primärseitige Nachwärmeabfuhr überzugehen (vor Verbrauch der Speisewasservorräte oder der Vorräte des Notkühlsystems),

bb) die Leckageergänzung im Primärkreis mit den Niederdruck-Einspeisepumpen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters vor Abfall des Füllstandes unter Oberkante Kern vorzunehmen, soweit die Hochdruckeinspeisepumpen nur begrenzte Einspeisevorräte haben.

3.2.2.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch Dampfabgabe an die Atmosphäre über FD-Abblaseregelventile oder -Sicherheitsventile (falls verfügbar vorgelagert über die Umleitstation)

a) der FD-Druck auf die in der Sicherheitsebene 4a zulässigen Werte begrenzt werden (siehe BR 3),

b) der FD-Druck abgesenkt werden, dass die Anlage vor dem Verbrauch der Speisewasservorräte ausreichend abgekühlt ist, um auf primärseitige Nachwärmeabfuhr übergehen zu können. Dabei darf von einem Nachfüllen der Speisewasservorräte Kredit genommen werden.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen zur Vermeidung schwerer Kernschäden (siehe Anhang B) anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die eine sekundärseitige Wärmeabfuhr ermöglichen (z. B. sekundärseitige Druckentlastung und Bespeisung).

3.2.3 Kondensationskammer Wärmeabfuhr (SWR)

H i n w e i s e:
(1) Die Kondensationskammer-Wärmeabfuhr beim SWR umfasst den Wärmetransport aus der Wasserphase der Kondensationskammer bis zum ersten Wärmetauscher der Nachkühlkette.

(2) Die Kondensationskammer ist Bestandteil des Sicherheitsbehälters, die Sicherheitsfunktionen Wärmeabfuhr sowie Druck- und Temperaturbegrenzung (BR 3) sind daher gekoppelt (siehe auch 3.2.5).

3.2.3.1 Sicherheitsebene 1/2

Durch die Wärmeabfuhr ist sicherzustellen, dass die Temperaturen in der Kondensationskammer auf zulässige Werte begrenzt bleiben (Vorhalt für Temperaturanstieg infolge Energieeintrag bei einer Druckentlastung des Reaktordruckbehälters sowie bei einer Druckbegrenzung).

3.2.3.2 Sicherheitsebene 3

Durch die Wärmeabfuhr ist sicherzustellen, dass die Temperaturen in der Kondensationskammer auf zulässige Werte begrenzt bleiben (Erhaltung der Druckabbausystem- und Druckentlastungs- und -begrenzungssystem-Funktion solange Dampf gebildet wird, danach ist die Abfuhr der Nachzerfallsleistung durch die Nachkühlsysteme ausreichend).

3.2.3.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen anlagenspezifische Maßnahmen vorgesehen sein, um eine Wärmeabfuhr aus der Kondensationskammer so zu gewährleisten (z. B. durch Notstandssysteme), dass die Integrität der Kondensationskammer nicht in Frage gestellt ist.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die eine Kondensationskammer-Wärmeabfuhr ermöglichen.

3.2.4 Brennelementbecken-Wärmeabfuhr

Die vom (Betriebs-) Zustand abhängige Beladung des BE-Lagerbeckens (z.B. komplette Entladung des Kerns während der Revision) ist zu berücksichtigen.

H i n w e i s e :
(1) Die Brennelementbecken-Wärmeabfuhr umfasst die Wärmeabfuhr aus dem Brennelement-Lagerbecken bis zu einem Wärmetauscher.

(2) Die Wärmeabgabe durch Verdunstung, Konvektion, Wärmestrahlung und –leitung darf in Ansatz gebracht werden.

3.2.4.1 Sicherheitsebene 1/2

Der Wärmetransport aus dem Brennelement-Lagerbecken ist durch aktive Umwälzung oder Naturumlauf des Kühlmittels bis zum jeweiligen Wärmetauscher so zu gewährleisten, dass die für beide Ebenen jeweils zulässigen Temperaturen des Beckenwassers (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) eingehalten werden.

3.2.4.2 Sicherheitsebene 3

Der Wärmetransport aus dem Brennelement-Lagerbecken ist durch aktive Umwälzung oder Naturumlauf des Kühlmittels bis zum jeweiligen Wärmetauscher so zu gewährleisten, dass die für die Sicherheitsebene 3 zulässigen Temperaturen des Beckenwassers (Anhang B) eingehalten werden.

3.2.4.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch Wärmetransport aus dem Brennelement-Lagerbecken mittels aktiver Umwälzung oder Naturumlauf des Kühlmittels bis zum jeweiligen Wärmetauscher die für die Sicherheitsebene 4a zulässige Temperatur des Beckenwassers (Anhang B) eingehalten werden.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen eine Kühlung durch andere Mechanismen möglich ist, z. B. durch Verdampfung/Wärmestrahlung im Lagerbecken.

3.2.5 BE Trockenlager Wärmeabfuhr

Die Kühlung der BE im BE Trockenlager ist in der Regel durch die aus betrieblichen Gründen (z.B. Begehbarkeit) bestehende Lüftung gegeben (Behandlung der Lüftung in BR 5). Soweit neue BE eine nicht zu vernachlässigende Wärmeleistung aufweisen (insbesondere möglich bei MOX BE), ist entweder die Lüftung hinreichend zuverlässig auszuführen, oder ist zu zeigen, dass die BE im Trockenlager auch bei Ausfall der Lüftung ausreichende gekühlt werden.

3.2.6 Sicherheitsbehälter Wärmeabfuhr

H i n w e i s e :
(1) Die Wärmeabfuhr aus dem Sicherheitsbehälter erfolgt im bestimmungsgemäßen Betrieb über Lüftungsanlagen (z. B. Umluftbetrieb über Kühler) und durch das betriebliche Kondensationskammerkühlen (SWR, 3.2.3) und bei Störfällen mit Kühlmittelverlust durch die primärseitige Wärmeabfuhr (3.2.1) und Kondensationskammer-Wärmeabfuhr (SWR, 3.2.3).

(2) Beim SWR erfolgt im KMV-Störfall die Wärmeabfuhr aus der Druck- in die Kondensationskammer durch das Druckabbausystem.

(3) Die Sicherheitsbehälter-Wärmeabfuhr ist als Sicherheitsfunktion für die Einhaltung des Schutzzieles Brennelement-Kühlung nicht erforderlich, sie ist jedoch eine sicherheitstechnisch wichtige Funktion zur Einhaltung des Schutzzieles Sicherheitsbehälter-Integrität (BR 3) sowie für die Auslegung/Funktionsfähigkeit der zur Kühlung der Brennelemente heranzuziehenden Einrichtungen (BR 5).

3.2.6.1 Sicherheitsebene 1/2

Die Temperaturen im Sicherheitsbehälter sind so zu begrenzen, dass die für den bestimmungsgemäßen Betrieb spezifizierten Werte des Sicherheitsbehälters (BR 3) bzw. spezieller betrieblicher Komponenten innerhalb des Sicherheitsbehälters eingehalten werden. (s. BR 5)

3.2.6.2 Sicherheitsebene 3

Die Temperaturen im Sicherheitsbehälter sind so zu begrenzen, dass die zulässigen Werte für Temperaturen und Druck bei Störfällen für den Sicherheitsbehälter (BR 3) und spezieller sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten (hier für die Kernkühlung) innerhalb des Sicherheitsbehälters (s. BR 5) eingehalten werden. Dies gilt sowohl für Kühlmittellecks (SWR, DWR) als auch für Sekundärkreislecks (DWR).

3.2.6.3 Sicherheitsebene 4

H i n w e i s :
Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a sind gegenüber den Störfällen der Sicherheitsebene 3 keine weiteren Maßnahmen zur Wärmeabfuhr erforderlich.

Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr aus dem Sicherheitsbehälter ermöglichen (z. B. gefilterte Druckentlastung mit Wassereinspeisung in den Sicherheitsbehälter oder das Reaktorkühlsystem).

3.2.7 Wärmeabfuhr durch Kühlketten (bis zu Wärmesenken)

H i n w e i s e :
(1) Die Kühlketten dienen dem Wärmetransport von

a) den Turbinenkondensatoren (siehe sekundärseitige Wärmeabfuhr, DWR, bzw. primärseitige Wärmeabfuhr, SWR),

b) den Nachkühlern (siehe primärseitige Wärmeabfuhr, Kondensationskammer-Wärmeabfuhr),

c) den Beckenkühlern (siehe Brennelementbecken-Wärmeabfuhr) sowie

d) den Komponentenkühlern und sonstigen Kühlstellen (s. BR 5)

bis zu Wärmesenken mit der Wärmeabgabe an die Umgebung (Gewässer, Atmosphäre).

(2) Wärmeabfuhr kann beim DWR auch über die Frischdampfarmaturen-Station erfolgen.

3.2.7.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Durch Wärmetransport/Wärmeabgabe ist zu gewährleisten, dass die für Brennstabhüllrohre und das Beckenwasser in Anhang B angegebenen Nachweiskriterien eingehalten werden. Dies ist insbesondere dann gegeben, wenn die für die einzelnen Kühlstellen spezifizierten maximalen Temperaturen (BR 5) eingehalten werden, selbst wenn ungünstige Umgebungsbedingungen vorliegen.

(2) Ein Abfahren des Reaktorkühlsystems in den Zustand „drucklos“ muss jederzeit möglich sein.

H i n w e i s :
Anforderungen der Sicherheitsebene 1/2 sind durch Anforderungen der Sicherheitsebene 3 abgedeckt.

3.2.7.2 Sicherheitsebene 3

Durch Wärmetransport und Wärmeabgabe ist zu gewährleisten, dass die für Störfälle in Anhang B angegebenen Nachweiskriterien für die Brennstäbe und das Beckenwasser eingehalten werden; dies gilt auch für die zulässigen Temperaturen (BR 3) für Sicherheitsbehälter (DWR) sowie Druck- und Kondensationskammer (SWR). Dies muss auch gelten, wenn folgende ungünstige Randbedingungen vorliegen (s. BR 5):

a) keine Wärmeabfuhr über die Turbinenkondensatoren (Hauptwärmesenke) und (nur beim DWR) keine sekundärseitige Wärmeabfuhr über die Frischdampfarmaturen-Station, wenn die Primärkreistemperatur ereignisbedingt unter der sekundärseitigen Temperatur liegt (z. B. bei mittlerem Primärkreisleck),
b) maximal zu unterstellender Kühlungsbedarf für sonstige, zur Störfallbeherrschung genutzte Kühler,
c) maximal zu unterstellende Umgebungstemperaturen (Gewässer, Atmosphäre),
d) minimal zu unterstellende Kühlwasserzuflüsse (Eisbildung, Verschmutzung, Hoch-, Niedrigwasser, etc.).

3.2.7.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch Wärmetransport/Wärmeabgabe Temperaturen unter Zugrundelegung normaler Umgebungsbedingungen eingehalten werden, bei denen Versagensgrenzen derjenigen Komponenten nicht erreicht werden, die erforderlich sind für eine gemäß den Nachweiskriterien (siehe Anhang B) ausreichende Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkern und aus dem Brennelement-Lagerbecken.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, die bei Unverfügbarkeit der betrieblichen und der für Auslegungsstörfälle vorgesehenen Kühlketten noch eine Wärmeabfuhr aus den zu kühlenden Komponenten ermöglichen (z. B. durch eine unabhängige Versorgung mit Feuerlöschwasser~~,~~ oder Flusswasser), so dass eine Wärmeabfuhr aus dem Kern, dem Sicherheitsbehälter und dem Brennelement-Lagerbecken noch möglich ist.

3.3 Sicherstellung Kühlmittelinventar

H i n w e i s :
Eine notwendige Voraussetzung zur ausreichenden Wärmeabfuhr aus den Brennelementen im Kern und im Brennelement-Lagerbecken zur Erfüllung der Nachweiskriterien in Anhang B ist die Einhaltung der übergeordneten Sicherheitsfunktion „Sicherstel-

lung eines ausreichenden Kühlmittel-/Wasserinventars“. Bei den nachfolgend formulierten Anforderungen an diesbezüglich erforderliche Sicherheitsfunktionen werden die letztlich zu erfüllenden und daher hier jeweils zu beachtenden Nachweiskriterien (siehe Anhang B) im Regelfall nicht mehr genannt, da diese überwiegend auf die Wärmeabfuhr fokussiert sind. Vorzugsweise werden hier funktions-/systemspezifische Kriterien angegeben.

3.3.1 Kühlmittelergänzung

H i n w e i s :
Die Kühlmittelergänzung umfasst die Einspeisung von Kühlmittel in das Reaktorkühlsystem aus

a) betrieblichen Kühlmittelspeichern (DWR),
b) Speichern im Speisewasserkreislauf,
c) Notkühlwasserspeichern, ggf. einschließlich Borsäurevorräten (DWR),
d) der Kondensationskammer (SWR),
e) dem Sumpf des Sicherheitsbehälters,
f) sonstigen Speichern,
g) Fluss- oder Brunnenwasser.

3.3.1.1 Sicherheitsebene 1/2

Kleine im bestimmungsgemäßen Betrieb mögliche Leckagen, z. B. Stopfbuchsleckagen von Pumpen oder Heizrohrleckagen (DWR) sowie Kühlmittelabströmungen durch Armaturen in Fehlstellung (SWR, Entlastungsventile) müssen bei den dann vorherrschenden Bedingungen (i. w. Drücke) durch Kühlmittelergänzung über Systeme in Betriebsfahrweisen überspeist werden können.

3.3.1.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei Leckstörfällen müssen auftretende Kühlmittelverluste durch Einspeisesysteme - ggf. im Zusammenwirken mit einer Druckabsenkung (DWR)/Druckentlastung (SWR) - so ergänzt werden können, dass die in Anhang B genannten Nachweiskriterien eingehalten werden. Dazu ist bei allen auf der Sicherheitsebene 3 zu unterstellenden Leckquerschnitten (siehe Basisregel 6) und Lecklagen der Reaktorkern

a) grundsätzlich mindestens mit 2-Phasen-Gemisch bedeckt zu halten oder
b) ausreichend schnell wieder zu fluten, falls der Gemischspiegel infolge der Leckverluste unter die Oberkante des Reaktorkerns abfallen sollte.

H i n w e i s e

Beim Umschalten zwischen Kühlmittelvorräten während der Einspeisung (DWR) bzw. beim Wechsel von Redundanten der Einspeisesysteme (SWR) ist eine einspeiselose Phase zulässig, wenn dabei kein Druckanstieg auftritt, der die weitere Einspeisung unzulässig behindert, und die in 3.3.1.2 (1) genannten Kriterien und Bedingungen eingehalten werden.

(2) Beim DWR muss die Kennlinie des HD-Einspeisesystems so festgelegt sein, dass der Kern durch Kühlmitteleinspeisung auch bei dem primärseitigen Sättigungsdruck bedeckt gehalten werden kann, der nach RESA aufgrund einer gesicherten und zuverlässigen sekundärseitigen Wärmeabfuhr (diese kann durch Dampfabgabe über FD-Sicherheitsventile bei Ansprechdruck oder über FD-Abblaseregelventile bei abgesenktem FD-Druck gewährleistet werden) maximal zu unterstellen ist.

Weiterhin müssen die Einspeisesysteme – erforderlichenfalls im Zusammenwirken mit druckabsenkenden Maßnahmen – das Reaktorkühlsystem so auffüllen können, dass keine unzulässige Kondensatbildung im „reflux condenser“ Zustand erfolgt (siehe BR 1).

(3) Sofern beim DWR die HD-Einspeisung nicht aus dem Sumpf ansaugen kann, müssen die Notkühlwasservorräte so bemessen sein,

a) dass mit der Hochdruckeinspeisung Kühlmittel ergänzt werden kann, damit der Kern bedeckt bleibt, bis das Reaktorkühlsystem im Zusammenwirken mit dem sekundärseitigen Abfahren auf einen Druck reduziert ist, bei dem eine Ergänzung mit der Niederdruckeinspeisung möglich ist,
b) dass nach Einspeisung der Vorräte eine gesicherte Ansaugung der Niederdruckeinspeisung aus dem Sicherheitsbehälter-Sumpf möglich ist.

Beim SWR müssen die Notkühlwasservorräte so bemessen sein, dass das Kühlmittel immer ausreichend ergänzt werden kann und eine gesicherte Ansaugung der Niederdruck-Rückförderung aus dem Sicherheitsbehälter-Sumpf möglich ist.

(4) Die Sprödbruchsicherheit des Reaktordruckbehälters (BR 3) ist durch Abstimmung der Temperatur des Notkühlwassers mit den hydraulischen Verhältnissen und dem Druck beim Einspeisen zu gewährleisten.

H i n w e i s :
Diese Anforderung gilt auch, wenn bei Unterkühlungstransienten (DWR) bzw. Unterspeisungstransienten (SWR) die Notkühlwassereinspeisung ausgelöst wird, obwohl kein Leck im Reaktorkühlsystem vorliegt.

(5) Beim Ansaugen aus dem Sumpf des Sicherheitsbehälters (DWR und SWR) bzw. der Kondensationskammer (SWR) müssen Vorkehrungen derart getroffen sein, dass die Kernkühlung (siehe Nachweiskriterien in Anhang B) und insbesondere die Funktion des entsprechenden Einspeisesystems nicht durch Verstopfungen, z. B. infolge von abgerissenem Isoliermaterial, unzulässig beeinträchtigt wird (siehe Basisregel 5).

H i n w e i s :
Bei der Dimensionierung der Einspeisesysteme wird - auch bei Nachweis begrenzter Leckquerschnitte (< 2F) - der Nachweis erbracht, dass diese in der Lage sind, bei Lecks bis zu einem Querschnitt entsprechend 2 F der HKL (DWR) bzw. der FD- oder SPW-Leitungen innerhalb des Sicherheitsbehälters (SWR) den Reaktorkern kurzfristig wieder zu fluten und dauerhaft mit Wasser bedeckt zu halten (siehe Nachweiskriterium in Anhang B).

3.3.1.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a ohne Leck im Reaktorkühlsystem muss durch anlagenspezifisch angemessene Maßnahmen soweit für die Kernkühlung erforderlich Kühlmittel, das zur Druckabsicherung abgeblasen wird, wieder ergänzt werden können.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen zur Vermeidung schwerer Kernschäden anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen eine Ergänzung des Kühlmittels im Reaktordruckbehälter möglich ist (beim DWR z. B. Druckentlastung des Reaktorkühlsystems durch Öffnen von Ventilen - s. 3.2.1.3 (2) - mit nachfolgender Einspeisung der Notkühlsysteme, Kombinationsschaltung von Niederdruck- und Hochdruckpumpen bzw. Nutzung von Vorpumpen zur Hochdruckeinspeisung mit Sumpfansaugung; Brunnen- oder Flusswassereinspeisung oder Reaktivierung der Reaktorspeisewasserversorgung oder Hauptkondensatversorgung beim SWR).

3.3.2 Begrenzung Kühlmittelverlust

H i n w e i s
Die Begrenzung Kühlmittelverlust umfasst

a) das Schließen von Armaturen in kühlmittelführenden Rohrleitungen (insbesondere Isolierung eines Lecks)
b) das Absperren von Rohrleitungen, über die im Sumpf des Sicherheitsbehälters angesammeltes Kühlmittel ablaufen oder abgepumpt werden könnte,

c) Maßnahmen zur Verringerung der Druckdifferenz zwischen Reaktorkühlsystem und Leckumgebung, um die Kühlmittelverlustrate zu reduzieren (z. B. Sprühen, Sekundärkreisabschluss des Frischdampfsystems mit Hochsetzen der Dampferzeuger-Druckabsicherung, Reduzierung der Nullförderhöhe der Hochdruck-Sicherheitseinspeisepumpen beim DWR; Druckentlastung von Hand oder automatisch beim SWR),
d) Maßnahmen bei Kühlerlecks (Absperrung/Beendigung einer Leckage außerhalb des Sicherheitsbehälters; die Absperrungen dienen neben dem Erhalt des Kühlmittelinventars auch der Begrenzung der Aktivitätsfreisetzung (s. BR 3 und 4)),
e) Maßnahmen zur Vermeidung von Lecks.

3.3.2.1 Sicherheitsebene 1/2

Kühlmittelleckagen über fehlerhaft offene oder undichte Armaturen in Anschlussleitungen des Reaktorkühlsystems müssen beendet werden können (z. B. Absperrung, kontrollierte Ableitung, Druckdifferenz reduzieren).

3.3.2.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust innerhalb des Sicherheitsbehälters sind die an den Sumpf des Sicherheitsbehälters anschließenden Rohrleitungen abzusperren, soweit dies für einen zur Ansaugung aus dem Sumpf ausreichenden Wasserstand erforderlich ist. Für nicht absperrbare Rohrleitungsabschnitte außerhalb des Sicherheitsbehälters sind zusätzliche Vorkehrungen gegen den Verlust von Kühlmittel zu treffen (z. B. Doppelrohrkonstruktionen bis zum ersten Absperrventil oder hochwertige Konstruktion, niedriges Spannungsniveau, wiederkehrende Prüfungen, s. BR 3, 5).

(2) Bei Störfällen mit Kühlmittelverlust außerhalb des Sicherheitsbehälters sind die betroffenen Rohrleitungen so rechtzeitig und zuverlässig abzusperren (s. BR 6), dass die Kriterien aus 3.3.1.2 weiterhin erfüllt werden.

Bei Kühlerlecks (Schnittstelle Kühlmittel-HD-/ND-System) muss das Leck zuverlässig absperrbar sein oder das (Primär-) Kühlmittel muss in Verbindung mit Druckbegrenzungseinrichtungen des Anschlusssystems im Sicherheitsbehälter aufgefangen werden (siehe BR 3); für Dampferzeugerheizrohrlecks (DWR) gilt hier die sekundärseitige Anforderung 3.3.4.2 d).

H i n w e i s :
Kann bei entsprechend kleinem Querschnitt in der anschließenden Leitung, d.h. kleiner Leckrate, der Druck im Reaktorkühlsystem durch Abfahren der Anlage rechtzeitig abgesenkt werden, um die Leckage zu beenden bzw. langfristig zu ergänzen, gelten reduzierte Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Absperrmöglichkeit. Die Absperrung sollte nach Möglichkeit nahe am Reaktorkühlsystem erfolgen, so dass ggf. auch Lecklagen innerhalb des Sicherheitsbehälters abgesperrt werden können.

(3) Beim DWR muss ein Sprühen im Druckhalter zur Unterstützung der Druckabsenkung durch die sekundärseitige Wärmeabfuhr bei Ereignissen der Sicherheitsebene 3 möglich sein, soweit eine ausreichende Druckabsenkung nicht durch den Störfall selbst erreicht wird.

3.3.2.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a mit Kühlmittelverlust außerhalb Sicherheitsbehälter müssen durch anlagenspezifische Maßnahmen die aus dem Reaktorgebäude hinausführenden Rohrleitungen so rechtzeitig vom Reaktorkühlsystem abgesperrt werden können, dass die bei diesen Ereignissen verfügbaren Einspeisesysteme einen Füllstand im Reaktordruckbehälter derart sicherstellen, dass das Nachweiskriterium in Anhang B zur Kühlung des Kerns erfüllt wird.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b mit Kühlmittelverlusten außerhalb des Sicherheitsbehälters müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, mit denen unter Berücksichtigung einspeisbarer einschließlich zusätzlich zu erschließender, siehe auch 3.3.1.3 (2), Kühlmittelvorräte der Kühlmittelverlust nach außen derart begrenzt oder beendet wird, dass eine Kernkühlung noch ermöglicht werden kann (z. B. Maßnahmen bei Überflutung Frischdampfleitung mit eingeschränkten DDA bei SWR bzw. mit DE-Heizrohrversagen bei DWR, „kühlmittelsparende“ Handfahrweisen).

3.3.3 Dampferzeugerbespeisung (DWR)

H i n w e i s :
Die Dampferzeugerbespeisung umfasst die Einspeisung von Wasser in die Dampferzeuger aus
a) betrieblichen Speisewasservorräten,
b) Notspeisewasservorräten,
c) weiteren Deionat- oder sonstigen Wasservorräten.

3.3.3.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Es sind Maßnahmen vorzusehen, die Störungen der Hauptspeisewasserversorgung im Leistungsbetrieb hinreichend zuverlässig vermeiden oder kompensieren.

(2) Die betrieblichen Speisewasser-/Deionatvorräte müssen so bemessen sein, dass sie auch beim Ausfall der Hauptwärmesenke zum Abfahren der Anlage auf primärseitige Wärmeabfuhr ausreichen.

3.3.3.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei Störfällen mit Anforderung an die sekundärseitige Wärmeabfuhr (3.2.2) sind die Dampferzeuger so durch Einspeisesysteme in Sicherheitsfahrweise (z. B. Notspeisesysteme) zu bespeisen, dass die in 3.2.2.2 genannten Kriterien eingehalten werden.

H i n w e i s e :

(1) Bei Störfällen ohne Leck bzw. mit absperrbaren Lecks im Speisewassersystem sollte eine ausreichende Bespeisung in Betriebsfahrweise möglich sein.

(2) Ein vorübergehender Füllstandsabfall ist zulässig, soweit die verbleibende wirksame Heizrohrfläche ausreicht, die Wärme aus dem Reaktorkühlsystem bei dort zulässigen Temperaturen und entsprechenden Drücken abzuführen (siehe 3.2.2.2).

(3) Falls das betriebliche Nachwärmeabfuhrsystem beim Ausgangszustand “Kühlkreislauf geschlossen“ (DWR) ausfällt, kann die Wärmeabfuhr an die Sekundärseite erfolgen. Bei längerfristiger Wärmeabfuhr muss mindestens ein Dampferzeuger sekundärseitig gefüllt und zur Bespeisung verfügbar sein.

(2) Die Pumpenkennlinie der Einspeisesysteme muss so festgelegt sein, dass die erforderliche Wassermenge bei einem Gegendruck entsprechend dem maximalen Ansprechdruck der zuverlässig ausgeführten Frischdampf-Abgabe (Frischdampf-Sicherheitsventile oder Frischdampf-Abblaseventile) noch eingespeist werden kann.

(3) Die Deionatvorräte der Einspeisesysteme müssen so bemessen sein, dass die sekundärseitige Wärmeabfuhr entsprechend den in 3.2.2.2 genannten Kriterien ohne Ergänzung der Vorräte erfolgen kann, bis die Wärmeabfuhr aus dem Reaktorkühlsystem durch die primärseitige Wärmeabfuhr übernommen werden kann.

3.3.3.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen durch die Einspeisesysteme grundsätzlich ausreichende Füllstände (siehe 3.3.3.2 Hinweise (2)) gehalten werden können.

Bei Füllstandsabfall infolge verspäteter oder verlangsamter Reduzierung der Spaltleistung (z. B. ATWS) muss nach Herstellung der Unterkritikalität der Füllstand wieder angehoben werden können.

Es müssen Einrichtungen oder Maßnahmen vorhanden sein, um die Speisewasservorräte gegebenenfalls zu ergänzen, z.B. durch Deionat, Trinkwasser, Flusswasser oder Brunnenwasser.

(2) Für Zustände der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein

a) zur Ergänzung von Speisewasservorräten

b) zur Einspeisung von Wasser in die Dampferzeuger (z. B. Inhalt Speisewasserleitungen oder Speisewasserbehälter, externe Vorräte über Feuerlöschpumpen), um eine sekundärseitige Wärmeabfuhr im Zusammenhang mit den Maßnahmen aus 3.2.2.3 (z. B. Absenken des Frischdampfdruckes) zu ermöglichen.

3.3.4 Begrenzung Wasser/Dampfverlust aus Sekundärkreislauf (DWR)

H i n w e i s :
Die Begrenzung Wasser/Dampfverlust aus Sekundärkreislauf umfasst das Schließen von Armaturen im Speisewasser/ Dampfkreislauf bzw. in daran anschließenden Rohrleitungen und ggf. das Abschalten von Pumpen.

3.3.4.1 Sicherheitsebene 1 und 2

Bei Wasser-/Dampfverlust außerhalb des Sicherheitsbehälters oder über sich fehlerhaft öffnende Armaturen muss dieser durch Schließen von Armaturen beendet werden können oder das Öffnen (der nicht-absperrbaren Armaturen) muss vermieden werden (z. B. durch Staffelung des Ansprechdrucks von Druckbegrenzungseinrichtungen).

3.3.4.2 Sicherheitsebene 3

Bei Störfällen mit Wasser-/Dampfverlust aus dem Speisewasser/Dampfkreislauf infolge Leck oder fehloffener Armatur muss die Leckstelle durch Armaturen abgesperrt auch bei Brüchen außerhalb des Reaktorgebäudes werden können (ersatzweise Abschaltung von Pumpen), soweit dies erforderlich ist,

a) um die gemäss 3.3.3.2 (3) erforderlichen Wasservorräte der Einspeisesysteme sicherzustellen,

b) um eventuell unzulässige Auswirkungen einer Unterkühlungstransiente zu verhindern (s. BR 1: Rekritikalität; BR 3: Sprödbruchsicherheit Reaktordruckbehälter),

c) um langfristig einen unzulässigen Druckaufbau im Sicherheitsbehälter durch Speicherung der Nachwärme zu verhindern (BR 3),

d) um bei Lecks in DE-Heizrohren den Einschluss radioaktiver Stoffe zu erreichen (s. BR 3, 4).

H i n w e i s :
Eine Absperrung sollte über die genannten Anforderungen hinaus kurzfristig durchführbar sein, um möglichst rasch wieder einen stabilisierten Anlagenzustand zu erreichen.

3.3.4.3 Sicherheitsebene 4

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a müssen anlagenspezifische Maßnahmen vorgesehen sein, die eine Wärmeabfuhr gemäß den Bedingungen in 3.2.2.3 (1) ermöglichen; dazu können gehören

a) die Abtragbarkeit von Lasten aus einer Wasserbeaufschlagung der Frischdampfleitungen bis zu den Absperrarmaturen (s. BR 3)

b) die Absperrung der Frischdampf-/Speisewasserleitungen bei Brüchen außerhalb des Reaktorgebäudes.

3.3.5 Ergänzung Kondensationskammerinventar (SWR)

H i n w e i s e :

(1) Das Kondensationskammerinventar dient zur kurzfristigen Aufnahme der Nachwärme bei Nichtverfügbarkeit der Hauptwärmesenke und der im Reaktordruckbehälter gespeicherten Systemwärme sowie als Wasservorrat zur Bespeisung des Reaktordruckbehälters und zur Kondensation von Dampf (Druckabbau im Sicherheitsbehälter, Druckentlastung des Reaktordruckbehälters).

(2) Die Ergänzung des Kondensationskammerinventars umfasst Maßnahmen zur Einspeisung/Rückspeisung von Wasser in die Kondensationskammer, um die gemäß den Aufgabenstellungen erforderlichen Wasserstände zu halten.

3.3.5.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Mögliche Wasserverluste aus der Kondensationskammer müssen kompensiert werden können.

(2) Der Wasserstand in der Kondensationskammer ist auf den maximal zulässigen Wert zu begrenzen (Funktion Druckabbausystem).

3.3.5.2 Sicherheitsebene 3

Bei Leckstörfällen muss die Rückführung des Kühlmittels aus der Druckkammer in die Kondensationskammer gewährleistet sein, um einen ausreichenden Füllstand zur Erhaltung der Kondensationsfähigkeit - solange noch ein Dampfeintrag erfolgen kann - und danach zur gesicherten Reaktordruckbehälter-Einspeisung zu halten.

3.3.5.3 Sicherheitsebene 4

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a und Zuständen der Sicherheitsebene 4b müssen anlagenspezifische (4a) und anlageninterne (4b) Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, um Wasser in die Kondensationskammer einzuspeisen (z. B. Deionatvorräte, Feuerlöschwasser, Flusswasser, Brunnenwasser).

H i n w e i s :
Bei Ausfall (Entleerung) der Kondensationskammer ist in der Sicherheitsebene 4b eine Nachkühlbetriebsfahrweise unter Umgehung der Kondensationskammer gemäß 3.2.1.1 (2) ggf. noch möglich.

3.3.6 Begrenzung Wasserverlust aus der Kondensationskammer (SWR)

H i n w e i s :
Die Begrenzung des Wasserverlustes aus der Kondensationskammer umfasst konstruktive Vorkehrungen zur Integrität (BR 3) und Maßnahmen zur Absperrung von Rohrleitungen, die im Wasserbereich der Kondensationskammer anbinden sowie Maßnahmen zur Begrenzung von Leckraten (z. B. Drosselblenden).

3.3.6.1 Sicherheitsebene 1/2

(1) Das Kondensationskammerinventar muss zur Sicherstellung der vollständigen Kondensation bei Abblasevorgängen und zur Einhaltung der maximal zulässigen Kondensationskammertemperatur als Ausgangszustand für Ereignisse der Sicherheitsebene 3 durch Maßnahmen zur Begrenzung des Mindestfüllstandes bereitgestellt werden.

(2) Betriebliche Leckagen müssen begrenzt werden können.

3.3.6.2 Sicherheitsebene 3

(1) Bei einem Leck in der Kondensationskammer ist der Inventarverlust so zu begrenzen, dass die Anlage vor einer unzulässigen Entleerung einen sicheren Reaktorzustand erreicht hat, d. h. eine Nachkühlbetriebsfahrweise unter Umgehung der Kondensationskammer gemäß 3.2.1.1 (2) eingestellt ist.

(2) Bei einem KMV ist eine vollständige Kondensation durch eine ausreichende Überdeckung der Düsenstöcke der Entlastungsleitungen und der Enden der Kondensationsrohre sicherzustellen, solange Dampf in den Kondensationsrohren und den Entlastungsleitungen strömt.

(3) Bei einem KMV muss zur Sicherstellung der Kernkühlung eine ausreichende Überdeckung der Saugöffnungen der Einspeise- und Nachkühlsysteme und eine ausreichende Saughöhe der Pumpen dieser Systeme gewährleistet sein.

(4) Bei einem KMV ist ein ausreichendes Wasserinventar bei zulässigen Wassertemperaturen einzuhalten, damit eine vollständige Kondensation gewährleistet ist und die Kondensationslasten unterhalb der zulässigen Werte bleiben (BR 3).

3.3.6.3 Sicherheitsebene 4

Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a und Zuständen der Sicherheitsebene 4b sind anlagenspezifische Maßnahmen (4a) bzw. anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen zur Begrenzung des Wasserverlustes aus der Kondensationskammer bzw. zur Kompensation des Verlustes der Kondensation (nur Sicherheitsebene 4b) vorzusehen.

3.3.7 Brennelementbecken-Wasserergänzung

H i n w e i s :
Die Brennelementbecken-Wasserergänzung umfasst die Maßnahmen zur Einspeisung von boriertem Kühlmittel (DWR) oder Deionat - abhängig von der Auslegung zur Absicherung der Unterkritikalität. (s. BR 1).

3.3.7.1 Sicherheitsebene 1/2

Durch Verdunstung und durch betriebliche Leckagen verursachte Wasserverluste müssen so ergänzt werden, dass eine Unterbrechung der Beckenkühlung durch Füllstandsabfall vermieden wird.

3.3.7.2 Sicherheitsebene 3

Bei Störfällen mit Wasserverlust aus dem Brennelementbecken ist eine Wassereinspeisung so zu gewährleisten,

a) dass die gelagerten Brennelemente mit Wasser bedeckt bleiben,

   H i n w e i s :
   Evtl. schärfere Anforderungen durch größere Wasserüberdeckung der Brennelemente können sich aus Gründen von Strahlendosisbelastungen (Abschirmungen, BR 4) ergeben.

b) dass die Wärmeabfuhr aus dem Brennelementbecken (s. 3.2.4) möglich ist, bevor unzulässige Temperaturen im Brennelementbecken erreicht werden (siehe Nachweiskriterien in Anhang B).

   H i n w e i s :
   Liegen Konstruktionen des Brennelementbeckens und der anschließenden Rohrleitungen derart vor, dass Lecks nur zu einem begrenzten Wasserverlust führen können (s. 3.3.8), so können sich so große Karenzzeiten für die Wasserergänzung ergeben, dass die Wassereinspeisung mit betrieblichen Einrichtungen erfolgen kann.

3.3.7.3 Sicherheitsebene 4

(1) Bei Ereignissen der Sicherheitsebene 4a muss durch anlagenspezifische Maßnahmen Wasser (ggf. boriertes, DWR) ergänzt werden, soweit dies zur Wiederaufnahme der Umwälzkühlung erforderlich ist, bevor die Nachweiskriterien in Anhang B überschritten werden.

(2) Bei Zuständen der Sicherheitsebene 4b müssen anlageninterne Notfallschutzmaßnahmen vorgesehen sein, um Wasser in das Brennelementbecken einzuspeisen, bevor der Füllstand zur Erfüllung des Nachweiskriteriums in Anhang B bis zu den Brennelementen abfällt (Überlauf- oder Verdampfungskühlung, s. 3.2.4).

3.3.8 Begrenzung Brennelementbecken-Wasserverlust

3.3.8.1 Sicherheitsebene 1

(1) Das Brennelementbecken mit anschließenden Rohrleitungen muss so ausgelegt sein, dass Leckagen/Lecks

a) im Brennelementbecken erkannt werden und nur zu einem geringen Füllstandsabfall führen können (z. B. durch doppelwandiges Becken mit überwachtem und absperrbarem Zwischenraum),

b) in anschließenden Rohrleitungen nur zu einem so begrenzten Füllstandsabfall führen (z. B. durch selbsttätige Belüftung zur Brechung der Heberwirkung in von oben zugeführten Rohrleitungen), dass durch die Wärmekapazität des verbleibenden Wassers eine ausreichende Karenzzeit für Gegenmaßnahmen bis zum Erreichen der maximal zulässigen Beckentemperatur gegeben ist.

(2) Im Nichtleistungsbetrieb (Verbindung Reaktordruckbehälter-Brennelementbecken) müssen Vorkehrungen zur Herstellung und zum Erhalt der Dichtheit des Flutkompensators vorgesehen werden (SWR).

3.3.8.2 Sicherheitsebene 2

Zur Begrenzung eines Brennelementbecken-Wasserverlustes sind Maßnahmen zur Erkennung und ggf. Beendigung vorzusehen.

3.3.8.3 Sicherheitsebene 3

Abdichtungsmaßnahmen sind vorzusehen, soweit zur Wiederaufnahme der Kühlung erforderlich.

3.3.8.4 Sicherheitsebene 4

Keine zusätzlichen Maßnahmen

Anhang A

Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung.
Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung,
die vorlag, als die verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde)

Atomgesetz		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 814), in der Fassung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Gesetz vom 22. April 2002 (BGBl. I 2002, Nr. 26)
Strahlenschutzverordnung		Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGBl I S. 1714, 2002 I S. 1459), geändert durch Art. 2 der Verordnung vom 18. Juni 2002 (BGBl. I S. 1869)
Sicherheitskriterien	(10/77)	Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke vom 21.10.1977 (BAnz. 1977, Nr. 206)
Störfall-Leitlinien	(10/83)	„Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV (Störfall-Leitlinien) vom 18.10.1983 (BAnz. 1983, Nr. 245a)
KTA-GL	RE (06/01)	KTA-Sicherheitsgrundlagen
KTA-BR1		Basisregel 1 „Kontrolle der Reaktivität“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR3		Basisregel 3 „Einschluss der radioaktiven Stoffe“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR4		Basisregel 4 „Begrenzung der Strahlenexposition“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR5		Basisregel 5 „Allgemeine technische Anforderungen“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR6		Basisregel 6 „Methodik der Nachweisführung“ Regelentwurfsvorschlag
KTA-BR7		Basisregel 7 „Personell-organisatorische Maßnahmen“ Regelentwurfsvorschlag

Anhang B (informativ)

Zusammenstellung der technischen Nachweiskriterien für die Analyse von Ereignisabläufen und Anlagenzuständen hinsichtlich Einhaltung der Schutzziele getrennt nach Sicherheitsebenen

H i n w e i s :
Dieser Anhang ist der vorliegenden Basisregel nur informativ angefügt. Im Original ist er bei Basisregel 6 als Anhang C enthalten.

(1) Die Schutzziele werden mit Hilfe der Sicherheitsfunktionen dann erreicht, wenn für alle für eine Anlage anzunehmenden Zustände, Ereignisse und Ereignisabläufe die gemäß den Sicherheitsebenen gestaffelten Anforderungen erfüllt werden. Diese sind für die Sicherheitsebenen 1 bis 3 abdeckend festgelegt durch die radiologischen Kriterien der StrlSchV (siehe auch BR 4).

(2) Zur Erfüllung dieser Anforderungen werden für die Schutzziele vorgelagerte kerntechnische Nachweiskriterien derart bestimmt, dass bei deren Erfüllung in ihrer Gesamtheit die radiologischen Kriterien erfüllt werden. Die Vorverlagerung auf die technischen Nachweiskriterien dient vor allem der Vereinfachung der Nachweisführung.

H i n w e i s :
Ein technisches Nachweiskriterium ist z. B. eine Hüllrohrtemperatur, bei deren Einhaltung eine Gefährdung der Hüllrohrintegrität auszuschließen ist.

(3) Für die Sicherheitsebene 4, in der keine quantitativen radiologischen Kriterien eingehalten werden müssen, werden technische Kriterien formuliert, die der Begrenzung der Strahlenexpositionen dienen.

(4) In den nachfolgenden Tabellen sind die nach Sicherheitsebenen gestaffelten technischen Nachweiskriterien derart formuliert worden, dass sie allgemein gültig und ausführungsunabhängig sind. In der Zusatzspalte werden typische Werte, Vorgehensweisen und Methoden angeführt.

Technische Nachweiskriterien zur Erfüllung der Schutzziele bei der Analyse von Ereignisabläufen und Anlagenzuständen:

1 Sicherheitsebene 1 (Normalbetrieb)/Ereignisklasse 1

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehensweisen, Methoden
Inhärente Eigenschaften des Kerns zur Begrenzung von Reaktivitäts-/ Leistungsanstiegen • im Hinblick auf die Einhaltung zulässiger BE-Beanspruchungen	R (K,E)	im Zusammenwirken mit Regelungs-/Begrenzungseinrichtungen
Abschaltung mit Steuerelementen (Nettowirksamkeit): • k_{eff} ≤ 0,99	R	
Dauerhafte Abschaltung: • k_{eff} ≤ 0,99 + Überwachung Unterkritikalität + meßtechnische Verifikation berechneter kritischer Borkonzentrationen beim DWR	R	Kern im RDB (geschlossen oder offen)
• k_{eff} ≤ 0,95 + ohne Überwachung Unterkritikalität	R	bei offenem RDB beim DWR ohne Berücksichtigung der Steuerelemente
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken/Trockenlager: • k_{eff} ≤ 0,95 (BE-Becken) ≤ 0,95 (Trockenlager)	R	
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): Allgemeines Kriterium (Ziel): Uneingeschränkte Verwendbarkeit bis zum Erreichen der Auslegungsabbrände und der Handhabbarkeit durch: • Einhaltung spezifizierter Beanspruchungen aus Lasten des Normalbetriebes • Einhaltung zulässiger Werte der lokalen Leistungsdichte (Ausgangswerte für Beherrschung von anomalen Betriebs- und Störfällen, Zustandsbegrenzung) • Einhaltung minimaler zulässiger Abstände von kritischen Siedezuständen/Wärmestromdichten (Ausgangswerte für Beherrschung anomaler Betriebs- und Störfälle, Zustandsbegrenzungen) • Einhaltung minimaler zulässiger Abstände vom zentralen Brennstoffschmelzen • Verhinderung unzulässiger Beanspruchungen der BS-Hüllrohre durch Begrenzung von Spannungen, Dehnungen, Korrosion (Oxidschichtdicken), H_2-Gehalte im Material und PCI (Pellet clad interaction)	K (E)	z. B. aus Drücken, Druckdifferenzen, Gewicht, Strömungskräften durch Brennstabauslegung und/oder Begrenzung Stableistungsänderungen, Abbrand
BE-Kühlung (Lagerbecken) • Einzuhaltende Beckenwassertemperatur gemäß Auslegung für Integrität des Beckens und Begehbarkeit der Räume	K	≤ 45°C

2 Sicherheitsebene 2 (anomaler Betrieb)/Ereignisklasse 2

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Inhärente Eigenschaften des Kerns zur Begrenzung von Reaktivitäts-/ Leistungsanstiegen • im Hinblick auf die Einhaltung zulässiger BE-Beanspruchungen	R (K,E)	im Zusammenwirken mit Begrenzungs-/Reaktor-schutzeinrichtungen
Schnellabschaltung: • $k_{eff} \leq 0,99$	R	
Dauerhafte Abschaltung: • $k_{eff} \leq 0,99$ + Überwachung Unterkritikalität	R	Kern im RDB (geschlossen oder offen) bei offenem RDB beim DWR ohne Berücksichtigung der Steuerelemente Berücksichtigung möglicher Deboriervorgänge
Dauerhafte Abschaltung: • $k_{eff} \leq 0,95$ + ohne Überwachung Unterkritikalität	R	Kern im RDB (geschlos-sen oder offen) bei offenem RDB beim DWR ohne Berücksichtigung der Steuerelemente
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken/Trockenlager: • $k_{eff} \leq 0,95$ (BE-Becken) $\leq 0,95$ (Trockenlager)	R	
Brennstäbe / Brennelemente Allgemeines Kriterium (Ziel): Uneingeschränkte Weiterverwendbarkeit und Sicherstellung der Handhabbarkeit durch: • Einhaltung spezifizierter Beanspruchungen aus Lasten des anomalen Betriebes • Vermeidung kritischer Siedezustände/Wärmestromdichten alternativ: Einhaltung Temperatur-Zeit-Kriterium für Hüllrohre (werkstoff- und fertigungsabhängig) • Verhinderung von Schäden durch PCI (Pellet clad interaction) • Verhinderung zentrales Brennstoffschmelzen • Einhaltung zulässiger Werte der lokalen Leistungsdichte (Ausgangswerte für Störfallbeherrschung, Zustandsbegrenzung)	K (E)

3 Sicherheitsebene 3 (Störfall)/Ereignisklasse 3

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Inhärente Eigenschaften des Kerns zur Begrenzung von Reaktivitäts-/ Leistungsanstiegen • im Hinblick auf die Einhaltung zulässiger BE-/Systembeanspruchungen	R (K,E)	im Zusammenwirken mit Reaktorschutzeinrichtungen
Schnellabschaltung: • k_{eff} ≤ 0,99 („stuck-rod“ als EZF)	R	
Langfristige Abschaltung: • k_{eff} ≤ 0,99 (EZF und ggf. Instandhaltung) + Überwachung Unterkritikalität	R	
Rekritikalität (Kern) • kurzzeitig zulässig, soweit die Kriterien SE 3 zu BS/BE eingehalten	R (K/E)	
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken/Trockenlager • k_{eff} ≤ 0,95 (BE-Becken) ≤ 0,95 (Trockenlager) • k_{eff} ≤ 0,98 (BE-Becken) ≤ 0,98 (Trockenlager)	R	nur in begründeten Fällen, ereignisbedingt
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): Allgemeines Kriterium (Ziel): Begrenzung Schadensumfang BS-Hüllrohre sowie Gewährleistung der Kühlfähigkeit und Abschaltbarkeit • Begrenzung auf lokale BS-Schäden bei Ereignisabläufen ohne direkte Freisetzung in die Umgebung [dazu Begrenzung der Stableistung auf Ebenen 1+2 so, dass der zulässige Schadensumfang nicht überschritten wird] • Keine störfallbedingten BS-Schäden bei Störfallsequenzen mit direkter Freisetzung in die Umgebung - Vermeidung kritischer Siedezustände/Wärmestromdichten - alternativ: - Einhaltung Temperatur-Zeit-Kriterium für Hüllrohre (Werkstoffabhängig) - Vermeidung zentrales Brennstoffschmelzen • Einhaltung spezifizierter Beanspruchungen aus Störfalllasten für die BS, BE-Strukturteile und relevante Teile der RDB-Einbauten, so dass durch Verformungen oder Schäden Abschaltbarkeit und Kühlfähigkeit nicht unzulässig beeinträchtigt und der zulässige Schadensumfang (siehe oben) eingehalten werden • Vermeidung - einer selbsterhaltenden exothermen Zirkon-Wasser-Reaktion - einer unzulässigen Beeinträchtigung der Kühlbarkeit des Reaktorkerns durch plastische Verformung der Hüllrohre - einer Brennstofffragmentierung durch zu hohe Enthalpiezufuhr im Brennstab	K (E)	lokal begrenzte BS-Schäden (< 10 %) zulässig restriktive, vorgelagerte Kriterien Bei Hüllrohrtemperaturen oberhalb von 600 °C (Grenztemperatur für Zircaloy) sind Nachweise zum Brennstabverhalten durchzuführen. z. B. aus Druckwellen, Druckdifferenzen (Strömungskräften), Temperaturverteilungen Abgedeckt durch Nachweise für Ereignisse gemäß Anhang D
BE-Kühlung (Lagerbecken): • Einzuhaltende Beckenwassertemperatur gemäß Auslegung für Integrität des Beckens und Begehbarkeit der Räume	K	≤ 60°C bzw. ≤ 80°C
Primärseitige Druckbegrenzung	E	keine Überschreitung der für Störfälle zulässigen Spannungen und Drücke im Primärsystem (1,3facher Auslegungsdruck)
Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter	E	lokale Wasserstoffkonzentration kleiner als Zündgrenze

4 Sicherheitsebene 4a (Spezielle, sehr seltene Ereignisse)/Ereignisklasse 4a

Nachweiskriterien	Schutz-ziele	Typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Dauerhafte Abschaltung: • k_{eff} ≤ 0,99 + Überwachung Unterkritikalität	R	
Kritikalitätssicherheit BE-Lagerbecken, Trockenlager: • k_{eff} ≤ 0,95 (BE-Becken) < 0,95 (Trockenlager) • k_{eff} ≤ 0,99 (BE-Becken) ≤ 0,99 (Trockenlager)	R	nur in besonders begründba-ren Fällen, ereignisbedingt
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): • Erhaltung und Gewährleistung der Nachkühlfähigkeit • Erhaltung der mechanischen Abschaltbarkeit	K (E)	Gewährleistung Nachkühlfä-higkeit durch Kühlung ansonsten expliziter Nach-weis erforderlich, dass UK in Verbindung mit inhärenten Eigenschaften des Kerns alleine durch Borierung sichergestellt ist
BE-Kühlung (Lagerbecken): • Einzuhaltende Beckenwassertemperatur gemäß Auslegung für Integrität des Beckens	K	≤ 80°C
Primärseitige Druckbegrenzung	E	keine Überschreitung der für spezielle, sehr seltene Ereignisse zulässigen Spannungen und Drücke (Service Level C, 1,3facher Auslegungsdruck)

5 Sicherheitsebene 4b (Auslegungsüberschreitende Anlagenzustände)/Ereignisklasse 4b

Ziele	Schutz-ziele	typische Werte, Vorgehens-weisen, Methoden
Dauerhafte Abschaltung/Unterkritikalität • k_{eff} < 1	R	Langfristig ist höhere UK anzustreben
Unterkritikalität Brennelement-Lagerbecken/Trockenlager: • k_{eff} < 1 (Brennelement-Lagerbecken) < 1 (Trockenlager)	R	Langfristig ist höhere UK im Brennelement-Lagerbecken anzustreben
Brennstäbe / Brennelemente (Kern): • Erhaltung und Gewährleistung der Nachkühlfähigkeit	K (E)	Gewährleistung Nachkühlfä-higkeit durch Kühlung
Brennelement-Kühlung (Lagerbecken): • Bedeckung der Brennelemente mit Wasser	K	
Wasserstoffkonzentration im Sicherheitsbehälter	E	Integrität des Sicherheitsbe-hälters bei möglichen Wasserstoffverbrennugnen

H i n w e i s :
Die Kriterien zu den technischen Schutzzielen R und K sind hier sinnvollerweise nur für präventive Notfallmaßnahmen angegeben, da sie nur hierdurch beeinflussbar/einhaltbar sind.

Bei mitigativen Notfallmaßnahmen sind ggf. o. g. Kriterien bereits verletzt.

Anhang C

Zusammenstellung der bei der Kern-/Brennelementauslegung zu berücksichtigenden Parameter mit Einfluss auf die Kühlung der Brennelemente und Nachweisgang der ausreichenden thermohydraulischen Auslegung

(1) Brennelement- und Brennstabauslegung

Als Eigenschaften sind hier von Relevanz Geometrie und Material hinsichtlich Wärmekapazität, -leitfähigkeit, -übergangsverhältnisse, Strömungswiderstandsbeiwerte der folgenden Komponenten

a) Brennstoff
b) Spalt zwischen Brennstoff und Hüllrohr
c) Hüllrohr
d) Brennstäbe hinsichtlich aktiver Länge und Strömungsflächen im aktiven Bereich
e) Brennelement-Eintrittsbereich (Fuß)
f) Brennelement-Fußplatte (Stabhalteplatte)
g) Abstandshalter
h) Brennelement-Kopf
i) Brennelement-Austrittsbereich
k) Steuerstabführungsrohr DWR (Bypass)
l) Bypassbohrungen SWR
m) Verbindung Brennelement-Kasten/Brennelement-Struktur SWR (Bypass)
n) Wasserstäbe DWR (Bypass)
o) Interne Wasserstrukturen SWR (Bypass)
p) Änderungen der Brennelement-Geometrie während Einsatzzeit (z. B. Stabverbiegungen, Kastenaufweitungen)

(2) Kernauslegung

Mit den o. g. Eigenschaften der Brennelemente/-stäbe, der Zusammensetzung des Kerns, der Anlagenrandbedingungen

a) Kühlmitteldrücke/-druckdifferenzen
b) Kühlmitteltemperatur (Eintritt)
c) Kühlmitteldurchsatz (Eintritt)
d) ggf. Kühlmittelfüllstände (Störfall)

und den lokalen Leistungsdichten (s. BR 1) ergeben sich die für die Kühlung der Brennelemente relevanten lokalen Parameter im Kern

e) Kühlmitteldrücke/-druckdifferenzen/-durchsätze
f) Kühlmitteltemperaturen, -dampfgehalte
g) Abstände zu kritischen Siedezuständen
h) Brennstabhüllrohrtemperaturen
i) Brennstoffzentraltemperaturen

(3) Der Nachweis der ausreichenden thermohydraulischen Auslegung ist gegeben, wenn die Parameter zu 2g) bis 2i) die nach Sicherheitsebenen gestaffelten Nachweiskriterien in Anhang B erfüllen.

Anhang D

Zusammenstellung zu überwachender Parameter, die das Schutzziel „Kühlung der Brennelemente“ betreffen

Zur Kontrolle der Einhaltung der Nachweiskriterien und damit der Schutzziele ist eine entsprechend der Staffelung der Sicherheitsebenen hinreichend zuverlässige Überwachung (siehe BR 6) folgender Parameter oder Parameterkombinationen erforderlich:

Kühlmittelein- und Austrittstemperatur je Loop (RDB-seitig) sowie je Nachkühler	DWR
Kerneintrittstemperatur und Temperatur hinter Nachkühler	SWR
Kernaustrittstemperatur (Brennelement-Köpfe)	DWR
Füllstand Druckhalter	DWR
Sekundärseitiger Füllstand je Dampferzeuger	DWR
Temperatur des Wassers im Sicherheitsbehältersumpf	DWR
Füllstand im Sicherheitsbehältersumpf	DWR/SWR
Temperatur des Wassers im Brennelementbecken	DWR/SWR
Druck im Reaktorkühlsystem/Reaktordruckbehälter	DWR/SWR
Sekundärseitiger Druck je Dampferzeuger	DWR
Druck im Reaktorsicherheitsbehälter	DWR/SWR
Füllstand Brennelementbecken	DWR/SWR
Füllstand Reaktordruckbehälter	DWR/SWR
Füllstand Kondensationskammer	SWR
Temperatur des Wassers in der Kondensationskammer	SWR
Füllstand Loop (Stillstandsphasen)	DWR
Kerndurchsatz (HKP-Drehzahl)	DWR
Kerndurchsatz (Druckdifferenz, z. B. über untere Kerngitterplatte oder Rückströmraumabdeckplatte)	SWR
Füllstände in Notkühlvorratsbehältern (z. B. Flutbehälter)	DWR
Abstände zu kritischen Siedezuständen	DWR/SWR

H i n w e i s :
Die Überwachung, Anregung, Steuerung von Systemfunktionen, die die Wirksamkeit der erforderlichen Sicherheits- und Systemfunktionen sicherstellen, werden hinsichtlich zu erfüllender Auslegungs- und Qualitätsanforderungen in BR 5 schutzzielübergeordnet behandelt.

Dokumentationsunterlage
zur Erstellung der
KTA-Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“

Inhalt

1 Auftrag des KTA

2 Beteiligte Personen
2.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums
2.2 Zugezogene Fachleute
2.3 Zusammensetzung des KTA-Unterausschusses PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG)
2.4 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

3 Erarbeitung der Regel
3.1 Erstellung des Regelentwurfsvorschlages
3.2 Erstellung des Regelentwurfes
3.3 Erstellung der Regelvorlage

4 Ausführung zur Regelerstellung

1 Auftrag des KTA

Das KTA-Präsidium hat auf seiner 63. Sitzung am 5. Mai 1998 über das Arbeitsprogramm KTA 2000 beraten und vorgeschlagen, es zu verwirklichen.

Der Kerntechnische Ausschuss (KTA) hat auf seiner 52. Sitzung am 16. Juni 1998 in Salzgitter den Unterschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZ (UA-PG) beauftragt, federführend den Entwurf zur

Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“

mit Dokumentationsunterlage durch ein Arbeitsgremium erarbeiten zu lassen und diesen Entwurf sowie eine Beschlussvorlage dem KTA vorzulegen (Beschluss-Nr. 52/10.1/2).

2 Beteiligte Personen

2.1 Zusammensetzung des Arbeitsgremiums

An der Erarbeitung/Fertigstellung der Basisregel 2 mit Dokumentationsunterlage waren im Arbeitsgremium folgende Mitglieder beteiligt:

Obering. Dipl.-Phys. H.-O. Evers (Obmann bis 28.02.2002)	Technischer Überwachungs-Verein Nord e. V., Hamburg
Dipl.-Ing. D. Fischer	Bayernwerk Kernenergie GmbH, München (Erarbeitung)
Dr. H. Kalinowski	Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter
Dr. R. Kirmse (Obmann ab 01.03.2002)	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching
Dipl.-Ing. F. Meynen	EnBW Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Philippsburg, Philippsburg
Dipl.-Ing. S. Seifert	Bayernwerk Kernenergie GmbH, München (Erarbeitung)
Dr. F. Sommer	PreussenElektra Kernkraft GmbH & Co. KG, Hannover (Erarbeitung)
Dipl.-Phys. U. Waas	Framatome ANP - GmbH, Erlangen
Dipl.-Ing. R. Wohlstein	E.ON Kernkraft GmbH, Hannover

2.2 Zugezogene Fachleute

Dr. M. Maqua	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching
Dipl.-Ing. W. Pointner	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, Garching

2.3 Zusammensetzung des KTA-Unterausschusses PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG)

Vertreter der Hersteller und Ersteller von Atomanlagen:

Dr. B. Hubert (Framatome Advanced Nuclear Power (FANP) GmbH)
Stellvertreter: Dr. U. Krugmann (Framatome Advanced Nuclear Power (FANP) GmbH)

Vertreter der Betreiber von Atomanlagen:

Prof. Dr.-Ing. D. Brosche (Obmann, E.ON Energie AG)

Dipl.-Ing. W. Schwarz (Gemeinschaftskernkraftwerke Neckar GmbH)
Stellvertreter: Dr. K. Schmidt (EnBW Kraftwerke AG)

Dr. M. Micklinghoff (E.ON Kernkraft GmbH)
Stellvertreter: Dr. H. Pamme (RWE Power AG)

Vertreter des Bundes und der Länder:

MinR D. Majer (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)
Stellvertreter: OAR H. Gawor (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

MinDirig Dr. D. Keil (Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg)
Stellvertreter: GDir T. Wildermann und
MinR B. Wihlfahrt (Innenministerium Mecklenburg-Vorpommern)

MinR P. Heß (Ministerium für Finanzen und Energie Schleswig-Holstein)
Stellvertreter: RDir L. Frischholz (Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten) und
Ltd. MinR W. Sieber (Niedersächsisches Umweltministerium)

Vertreter der Gutachter und Beratungsorganisationen:

Dr. G. Straub (TÜV Süddeutschland Bau und Betrieb GmbH)
Stellvertreter: Dipl.-Ing. H. Staudt (Verband d. Technischen Überwachungs-Vereine e. V.)

Dipl.-Ing. K.-D. Bandholz (für RSK, Energiesysteme Nord (ESN) GmbH

Vertreter sonst. Behörden, Organisationen und Stellen:

Dr.-Ing. J. Steuer (DIN Deutsches Institut für Normung e. V.)
Stellvertreter: Dr. M. Seidel (DIN Deutsches Institut für Normung e. V.)

Dipl.-Ing. K. D. Nieuwenhuizen (Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik)
Stellvertreter: Dr. G. Seitz (Berufsgenossenschaft für Feinmechanik und Elektrotechnik)

H. Schneeweiß (für DGB, Kernkraftwerk Obrigheim GmbH)
Stellvertreter: G. Reppien (für DGB, Kernkraftwerke Lippe-Ems GmbH, Kernkraftwerk Emsland)

2.4 Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle

Dr. G. Roos

Bundesamt für Strahlenschutz, Salzgitter

3 Erarbeitung der Regel

3.1 Erstellung des Regelentwurfsvorschlages

(1) Der KTA-Unterausschuss UA-PG hat auf seiner 7. Sitzung am 3. September 1998 in Köln beschlossen, die KTA-Sicherheitsgrundlagen und 7 KTA Basisregeln durch Arbeitsgremien erarbeiten zu lassen.

(2) Für das Arbeitsgremium Basisregel 2 „Kühlung der Brennelemente“ wird als Obmann Obering. Dipl.-Phys. H.-O. Evers, Technischer Überwachungs-Verein Nord e. V., benannt. Als stellvertretender Obmann wird Dipl.-Ing. U. Waas, vormals Siemens Nuclear Power GmbH, nunmehr Framatome, Advanced Nuclear Power (FANP)-GmbH, benannt.

(3) Das Arbeitsgremium hat in den folgenden Sitzungen den vorliegenden Regelentwurfsvorschlag erarbeitet:

Sitzung	Datum	Ort
1.	16.12.1998	Hamburg
2.	19.01.1999	Salzgitter
3.	23.02.1999	Garching
4.	28.09.1999	München
5.	19.01.2000	Erlangen
6.	30./31.05.2000	Hamburg
7.	20./21.11.2001	Salzgitter
8.	19./20.03.2002	Hamburg
9.	12.06.2002	Garching

(4) Darüber hinaus wurden Entwürfe der Basisregel Nr. 2 mehrfach in Sitzungen der „Fachgespräche der Obleute“ intensiv diskutiert.

(5) Es fanden regelmäßige Abstimmungsgespräche zwischen Basisregel Nr. 2 und Basisregel Nr. 1 „Kontrolle der Reaktivität“ statt.

(6) Auf seiner 14. Sitzung am 24. und 25. Oktober 2001 in Erlangen hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/01/1) für den Fraktionsumlauf (15. Dezember 2001 bis 1. März 2002) freizugeben. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.

(7) Nach der 7. Sitzung des Arbeitsgremiums am 20. und 21. November 2001 wurde der Regelentwurfsvorschlag im schriftlichen Verfahren einstimmig als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/01/1) für den Fraktionsumlauf verabschiedet.

Im Fraktionsumlauf gingen von den folgenden Einwendern Stellungnahmen ein:

- Framatome ANP
- VGB Arbeitskreis „Qualitätsmanagement im Kernkraftwerk“
- Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Energie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
- Niedersächsisches Umweltministerium
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- EnBW Kraftwerke AG, Kernkraftwerk Philipsburg
- E.ON Kernkraft GmbH
- Berufsgenossenschaft der Feinmechanik und Elektrotechnik
- Verband der Technischen Überwachungsvereine (VdTÜV)

(8) Das Arbeitsgremium Basisregel 2 hat die während des Fraktionsumlaufs eingegangenen Vorschläge auf seiner 8. Sitzung am 19. und 20. März 2002 eingehend beraten. Der Regelentwurfsvorschlag wurde einstimmig zur Vorlage an den Unterausschuss PROGRAMM UND GRUNDSATZFRAGEN (UA-PG) verabschiedet mit der Bitte, diesen als Regelentwurfsvorlage dem KTA auf seiner nächsten Sitzung vorzulegen.

(9) Auf dem 13. „Fachgespräch der Obleute“ am 3. bis 5. April 2002 wurde daraufhin eine erneute Abstimmung zwischen den Basisregeln vorgenommen, und auch die Obleute verabschiedeten die BR 2 einstimmig an den UA-PG zur Vorlage als Regelentwurf auf der 56. KTA-Sitzung.

(10) Auf seiner 15. Sitzung am 16./17. April 2002 hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und mehrheitlich beschlossen, dem KTA zu empfehlen, die Regelentwurfsvorlage Basisregel 2 (KTA-Dok.-Nr. BR 2/02/1) als Regelentwurf aufzustellen.

(11) Auf der 56. KTA-Sitzung am 18. Juni 2002 erfolgte keine Abstimmung über die Beschlussvorlage zu KTA-Basisregel 2. Der KTA nahm jedoch die Basisregel 2 als geeignete Grundlage für einen Regelentwurf zustimmend zur Kenntnis.

(12) Auf seiner 16. Sitzung am 24. September 2002 hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag Basisregel 2 beraten und beschlossen, alle sieben Basisregeln in einen gemeinsam Fraktionsumlauf zu entsenden.

(13) Auf dem 20. „Fachgespräch der Obleute“ am 2. bis 4. Dezember 2002 wurde eine erneute Abstimmung zwischen den Basisregeln vorgenommen, und auch die Obleute verabschiedeten die BR 2 nochmals einstimmig an den UA-PG zur Vorlage als Regelentwurf auf der 57. KTA-Sitzung. Das Arbeitsgremium der Basisregel 2 hat im Dezember im schriftlichen Verfahren diesem abgestimmten Entwurf zugestimmt .

(14) Auf seiner 17. Sitzung am 17. und 18. Dezember 2002 in München hat der Unterausschuss Programm und Grundsatzfragen (UA-PG) über den Regelentwurfsvorschlag beraten und einstimmig beschlossen, ihn als Regelentwurfsvorlage (KTA-Dok-Nr. BR2/02/2) für den Fraktionsumlauf (bis 15. März 2003) freizugeben. Das Arbeitsgremium wurde gleichzeitig beauftragt, die während des Fraktionsumlaufes eingehenden Kommentare und Änderungswünsche zu bearbeiten und dem UA-PG für seine nächste Sitzung eine überarbeitete Fassung der Regelentwurfsvorlage vorzulegen.

3.2 Erstellung des Regelentwurfes

-

3.3 Erstellung der Regelvorlage

-

4 Ausführungen zur Regelerstellung

Zur Erstellung der Basisregel Nr. 2 „Kühlung der Brennelemente“ wurden relevante übergeordneten Anforderungen aus den KTA-Fachregeln zusammengestellt und Sinne der Schutzzielorientierung neu formuliert.

Zur Erstellung der Basisregel wurden u. a. folgende Dokumente herangezogen:

- KTA 3101.1 (2/80)
- KTA 3101.2 (12/87)
- KTA 3301 (11/84)
- KTA 3303 (6/90)
- KTA 3602 (6/90)
- BMI-Sicherheitskriterien (10/77 ff)
- Störfall-Leitlinien (10/83)
- RSK-Leitlinien für DWR (10/81)
- verschiedene RSK-Empfehlungen
- Schutzzielorientierte Gliederung des Regelwerks (2/93 und 5/95)
- Schutzzielorientierte Gliederung des Regelwerks (BfS-KT-17/97)
- INSAG-3 „Basic Safety Principles for Nuclear Power Plants“ (3/98)
- „Schutzzielorientierte Anforderungen für die PSÜ für DWR“,TÜV Bayern Energietechnik (3/96)

5 Sonstiges

Im Folgenden werden weitere Begriffe aufgeführt, die als Beiträge der Arbeitsgruppe BR 2 für zukünftige Bemühungen anzusehen sind, um für alle Basisregeln zu einer konsistenten und systematischen Verwendung einheitlicher Begriffe zu gelangen. Nach einer Festlegung auf diese und andere Begriffe (siehe hierzu die Kapitel zu den Begriffen in allen Basisregeln) würde der vorliegende Text der Basisregel 2 nochmals überarbeitet, um eine konsistente Nutzung der Begriffe zu gewährleisten.

(1) Nachweiswerte
Nachweiswerte sind Parameterwerte physikalischer Größen, für die Nachweise der Zulässigkeit stationärer oder transienter System- oder Anlagenzustände geführt wurden.

(2) Technologische Grenze
Die technologische Grenze ist der Wert einer physikalischen Größe, die zur Beschreibung jenes Zustandes von Komponenten, Systemen oder darin enthaltenen Medien benutzt wird, bei dessen Überschreiten ein Versagen der betrachteten Komponente oder des betrachteten Systems nicht mehr auszuschließen ist.

(3) Vorgeschriebene Grenzwerte
Vorgeschriebene Grenzwerte sind Grenzwerte, die von der zuständigen Behörde festgelegt oder akzeptiert worden sind.

(4) Schutzzielkriterien
Schutzzielkriterien umfassen diejenigen Kriterien, anhand derer die Einhaltung von Schutzzielen beurteilt wird. Insbesondere handelt es sich hierbei um Kriterien zur Integrität und Funktion von Barrieren innerhalb des Barrierenkonzepts.