

Gemeinsame Empfehlung der Reaktor-Sicherheitskommission und der Strahlenschutzkommission

Verabschiedet in der 366. Sitzung der RSK am 16. Oktober 2003 und in der 186.
Sitzung der SSK am 11. / 12. September 2003

Kriterien für die Alarmierung der Katastrophenschutzbehörde durch die Betreiber kerntechnischer Einrichtungen

Inhaltsverzeichnis

1	Geltungsbereich	1
2	Grundlagen	1
3	Kriterienkonzept	3
4	Voralarm	7
	Allgemeines Dosiskriterium	7
4.1	Allgemeines Anlagenkriterium	7
	4.1.1 Spezielle Anlagenkriterien	7
4.2	Allgemeines Freisetzungskriterium	8
	4.2.1 Emissionskriterium	8
	4.2.2 Immissionskriterium	8
5	Katastrophenalarm	9
	Allgemeines Dosiskriterium	9
5.1	Allgemeines Anlagenkriterium	9
	5.1.1 Spezielle Anlagenkriterien	9
5.2	Allgemeines Freisetzungskriterium	9
	5.2.1 Emissionskriterium	10
	5.2.2 Immissionskriterium	10
Anhang 1: Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung entsprechend einer effektiven Dosis von 10 mSv bzw. einer Schilddrüsendosis von 50 mSv, ohne Berücksichtigung des Ingestionspfades		11
Anhang 2: Spezielle Anlagenkriterien		14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Für den Katastrophenschutz relevante Eingreifrichtwerte.....	2
Tabelle 2:	Bewertung des Anlagenzustandes mit Hilfe des Schutzzielkonzeptes.....	4
Tabelle A1-1:	Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung nach 0 h Abklingzeit in Bq entsprechend einer effektiven Dosis von 10 mSv bzw. einer Schilddrüsendosis von 50 mSv.	11
Tabelle A1-2:	Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung nach 240 h Abklingzeit in Bq entsprechend einer effektiven Dosis von 10 mSv bzw. einer Schilddrüsendosis von 50 mSv.	12
Tabelle A2-1:	Anlagenkriterien für den Voralarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb.....	15
Tabelle A2-2:	Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb	17
Tabelle A2-3:	Anlagenkriterien für den Voralarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken.....	19
Tabelle A2-4:	Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken	19
Tabelle A2-5:	Anlagenkriterien für den Voralarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb	21
Tabelle A2-6:	Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb	22
Tabelle A2-7:	Anlagenkriterien für den Voralarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb.....	23
Tabelle A2-8:	Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb	25
Tabelle A2-9:	Anlagenkriterien für den Voralarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken.....	26
Tabelle A2-10:	Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken	26
Tabelle A2-11:	Anlagenkriterien für den Voralarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb	27
Tabelle A2-12:	Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb	27

1 Geltungsbereich

Diese Empfehlung gilt für Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktor. Das hier entwickelte Alarmierungskonzept ist grundsätzlich auf andere kerntechnische Anlagen übertragbar. Es sind in diesen Fällen konkrete Kriterien zu entwickeln, dabei sind auch nicht-radiologische Risiken zu berücksichtigen (z. B. bei Anlagen zur Anreicherung). Die Empfehlung legt Kriterien für den Betreiber zur Alarmierung der Katastrophenschutzbehörde entsprechend den in den „Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen“ (GMBI. 1999, S. 538 - 587) vorgegebenen Alarmstufen fest. Andere Meldepflichten bleiben hiervon unberührt.

2 Grundlagen

Gemäß § 51(1) der **Strahlenschutzverordnung** vom 20.07.2001 (BGBl I S. 1714; 2002 I S. 1869) ist „der Eintritt einer radiologischen Notstandssituation, eines Unfalls, eines Störfalls oder eines sonstigen sicherheitstechnisch bedeutsamen Ereignisses der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde und, falls dies erforderlich ist, auch der für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung zuständigen Behörde sowie den für den Katastrophenschutz zuständigen Behörden unverzüglich mitzuteilen“. Wenn die genannte Mitteilung an die Katastrophenschutzbehörde erforderlich ist, d.h. nicht nur zur Information geschieht, wird sie „Alarmierung“ genannt.

Für die Alarmierung der Katastrophenschutzbehörden geben die Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen (GMBI. 1999, S. 538-587) - kurz **Rahmenempfehlungen** genannt - folgende Definitionen vor, die von allen Ländern mit kerntechnischen Anlagen übernommen wurden:

Voralarm wird ausgelöst, wenn bei einem Ereignis in der kerntechnischen Anlage bisher noch keine oder nur eine im Vergleich zu den Auslösekriterien für Katastrophenalarm geringe Auswirkung auf die Umgebung aufgetreten ist, jedoch aufgrund des Anlagenzustandes nicht ausgeschlossen werden kann, dass Auswirkungen, die den Auslösekriterien für Katastrophenalarm entsprechen, eintreten könnten.

Katastrophenalarm wird ausgelöst, wenn bei einem Unfall in der kerntechnischen Anlage eine Gefahr bringende Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung festgestellt wird oder droht.

Die Auslösung der Alarmstufen obliegt dem Leiter der Katastrophenschutzbehörde bzw.

seinem Stellvertreter und erfolgt planungsgemäß aufgrund einer Empfehlung des Betreibers. Die Alarmierungsmeldung des Betreibers muss einen Vorschlag zur Klassifizierung des Alarms (Voralarm oder Katastrophenalarm) enthalten. Die Alarmierung der Katastrophenschutzbehörde durch den Betreiber hat spätestens zu erfolgen, wenn mindestens eines der Alarmierungskriterien erfüllt ist. Die Alarmierung hat auch dann zu erfolgen, wenn die in den Kriterien beschriebenen Gefährdungen nicht abgewendet werden können. Die Kriterien sind nach den zwei Alarmstufen geordnet.

Nach Eingang einer Meldung oder Alarmierung bestimmt die zuständige Behörde das gefährdete Gebiet und ergreift die zur Minderung oder Vermeidung der Folgen gefährdender Freisetzungen erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung. Für diese Maßnahmen sind in den „Radiologische(n) Grundlagen für Entscheidungen über Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung bei unfallbedingten Freisetzungen von Radionukliden“ (Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Heft 24 (2000)), im Folgenden **Radiologische Grundlagen** genannt, die Eingreifrichtwerte der Tabelle 1 festgelegt.

Tabelle 1: Für den Katastrophenschutz relevante Eingreifrichtwerte

Daten nach „Radiologische Grundlagen“. Die Anwendung des Eingreifrichtwerts von 50 mSv auf Kinder und Jugendliche unter 18 Jahre entspricht einer späteren Empfehlung der SSK von 2001.

Maßnahme	Eingreifrichtwerte		Integrationszeiten und Expositionspfade ¹
	Organdosis (Schilddrüse)	Effektive Dosis	
Aufenthalt in Gebäuden		10 mSv	Äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide
Einnahme von Kaliumiodid-tabletten	50 mSv Personen unter 18 Jahren und Schwangere		Im Zeitraum von 7 Tagen inhaliertes Radioiod einschließlich der Folgeorgandosis der Schilddrüse
	250 mSv Erwachsene bis 45 Jahre		
Evakuierung		100 mSv	Äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide

Eine Freisetzung ist im Sinne der Radiologischen Grundlagen als gefährdend zu betrachten, wenn einer der Eingreifrichtwerte erreicht wird.

¹ Andere Expositionspfade werden nicht berücksichtigt

3 Kriterienkonzept

Das Konzept der Alarmierungskriterien ist in Abbildung 1 dargestellt. Dieses Blockdiagramm gilt für Voralarm und Katastrophenalarm, wobei sich jedoch die einzelnen Elemente bei den Alarmstufen unterscheiden.

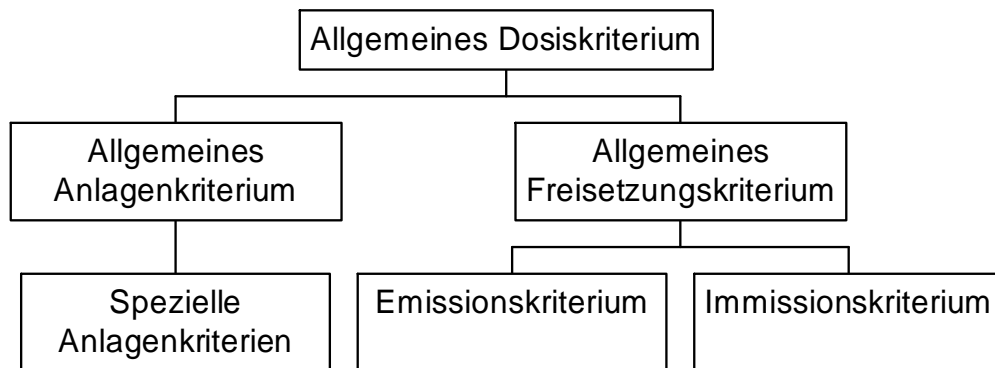


Abbildung 1: Das Kriterienkonzept

Das Konzept der Alarmierungskriterien beruht auf der Festlegung, dass eine Freisetzung dann im Sinne der Rahmenempfehlungen als „gefährbringend“ einzustufen ist, wenn sie in der Umgebung des Emittenten eine Dosis verursacht oder verursachen kann, die den niedrigsten Eingreifrichtwerten der Tabelle 1 entspricht. Diese Werte (10 mSv effektive Dosis und 50 mSv Schilddrüsendosis für Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren) wurden in den „**Allgemeinen Dosiskriterien**“ (siehe Abb. 1) festgeschrieben. Gemäß den Rahmenempfehlungen gelten diese „gefährbringenden“ Dosen gleichermaßen für Voralarm und Katastrophenalarm. Dabei ist in den jeweiligen Kriterien für Voralarm und Katastrophenalarm zum Ausdruck gebracht, ob nur die Besorgnis besteht, dass diese „gefährbringenden“ Dosen erreicht werden könnten (Voralarm), oder ob sie drohen oder bereits festgestellt wurden (Katastrophenalarm). Gemäß den Rahmenempfehlungen gibt es also **eine** „gefährbringende Freisetzung“, aber **zwei Stufen** der Gefährdung.

Von den allgemeinen Dosiskriterien sind Anlagenkriterien (allgemeine und spezielle, den einzelnen Schutzziele zugeordnete Anlagenkriterien) und Freisetzungskriterien (allgemeine Freisetzungskriterien und Emissionskriterien sowie Immissionskriterien) abgeleitet, die Anlagenzustände und Freisetzungen radioaktiver Stoffe kennzeichnen, die zum Erreichen der in den allgemeinen Dosiskriterien beschriebenen Gefährdung führen oder führen können.

Die **Anlagenkriterien** beschreiben Anlagenzustände, die zu einer Beschädigung von Brennelementen und Aktivitätsrückhaltebarrieren und in der Folge zu einer gefährbringenden Freisetzung radioaktiver Stoffe führen oder führen können. Sie erlauben die in den Rahmenempfehlungen beschriebene Prognose, die der Katastrophenschutzbehörde die zur

Herstellung der Reaktionsfähigkeit (bei Voralarm) und zur Durchführung von Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung (bei Katastrophenalarm) nötige Zeit verschafft.

Der Anlagenzustand wird dabei mit Hilfe des Schutzzielkonzeptes wie folgt bewertet:

Tabelle 2: Bewertung des Anlagenzustandes mit Hilfe des Schutzzielkonzeptes

	Erreichen der Schutzziele	Anlagenzustand	Alarmstufe
1.	Die Schutzziele werden sicher erreicht.	Sicherer Zustand	Kein Alarm
2.	Die Schutzziele können mit den auslegungsgemäß dafür vorgesehenen Mitteln nicht erreicht werden.	Der Anlagenzustand ist auslegungsüberschreitend, d. h. das Sicherheitsniveau ist nicht auslegungsgemäß.	Voralarm
3.	Die Schutzziele lassen sich auch mit anlageninternen Notfallmaßnahmen nicht erreichen.	Es liegt ein Anlagenzustand vor, bei dem gefährbringende Freisetzungen drohen oder festgestellt wurden.	Katastrophenalarm

Die im Rahmen der Anlagenkriterien berücksichtigten Schutzziele sind: Kontrolle der Reaktivität, Kühlung der Brennelemente und Einschluss der radioaktiven Stoffe.

Es gibt allgemeine und spezielle Anlagenkriterien.

Die Bewertung des Anlagenzustandes gemäß Tabelle 2 ist im Kriterienkonzept durch die **allgemeinen Anlagenkriterien** umgesetzt worden.

Die **speziellen Anlagenkriterien** erlauben über die Kontrolle von in der Warte angezeigten Anlagenzustandsparametern (unter anderem Füllstand, Druck, Temperatur, Neutronenfluss, Ventilstellungen) die schnelle Überprüfung der Schutzziele. Über das Bewerten des Erreichens von Schutzzielen wird indirekt die Integrität der Brennelemente und die Integrität des Sicherheitsbehälters beurteilt.

Mit dem speziellen Anlagenkriterium "Ortsdosisleistung im Sicherheitsbehälter" kann direkt beurteilt werden, ob der Reaktorkern erheblich beschädigt ist.

Nicht alle Anlagenzustände, die zu einer Beschädigung von Brennelementen führen können, sind durch spezielle Anlagenkriterien abgedeckt. Daher müssen über die speziellen Anlagenkriterien hinaus auch immer die allgemeinen Kriterien überprüft werden.

Mit den Anlagenkriterien wird ausschließlich eine Gefährdung der Bevölkerung erfasst, die von einer Beschädigung von Brennelementen, sei es im Reaktorkern oder im Lagerbecken, ausgeht.

Die **Freisetzungskriterien** bewerten tatsächliche Emissionen oder tatsächlich vorliegende Emissionspotenziale (allgemeine Freisetzungskriterien und Emissionskriterien) und die Auswirkungen von tatsächlichen Emissionen im Nahbereich der Anlage (Immissionskriterien).

Das **Emissionskriterium** für den Katastrophenalarm ist aus dem allgemeinen Dosiskriterium abgeleitet. Zu beachten ist, dass die Werte des Emissionskriteriums für Katastrophenalarm für 95 % aller Wetterlagen abdeckend sind, d. h. bei seltenen Wetterlagen kann die aus den Emissionen resultierende Dosis oder das resultierende Dosispotenzial deutlich oberhalb des Wertes des allgemeinen Dosiskriteriums liegen. Da wenig häufige Ausbreitungsbedingungen bei der Ableitung der Bezugswerte der Aktivität nicht berücksichtigt wurden, ist in jedem Fall, besonders aber beim Vorliegen starker Niederschläge oder von Schwachwindlagen, auch die Einhaltung des „Allgemeinen Dosiskriteriums“ zu überprüfen.

Mit dem Faktor 1/10 beim Emissionskriterium für Voralarm wird die unbestimmte Aussage in den Rahmenempfehlungen „.....eine im Vergleich zu den Auslösekriterien für Katastrophenalarm geringe Auswirkung.....“ quantifiziert. Mit dem Kriterium wird gemäß den Rahmenempfehlungen die Besorgnis zum Ausdruck gebracht, „dass Auswirkungen, die den Auslösekriterien für Katastrophenalarm entsprechen, eintreten könnten“.

Mit Hilfe der Emissionskriterien können alle Ereignisse in der Anlage erfasst werden, die ermittelbare Emissionen zur Folge haben oder zur Folge haben können. Mit den Immissionskriterien lassen sich darüber hinaus auch Ereignisse bewerten, in deren Verlauf die Emissionen nicht zuverlässig ermittelt werden können.

Die in den **Immissionskriterien** verwendete Größe ist die Gamma-Ortsdosisleistung. Im Ereignisfall sind bei der Abschätzung der Gesamtdosis (allgemeines Dosiskriterium) aus der gemessenen Gamma-Ortsdosisleistung die voraussichtliche Durchzugszeit der radioaktiven Wolke sowie die mögliche Zunahme der Inhalationsdosis und der externen Strahlung zu berücksichtigen. Die Dosisbeiträge der Inhalation und der externen Strahlung lassen sich nicht generell angeben. Wenn eine Gamma-Ortsdosisleistung von 1 mSv/h gemessen wird, ist abzusehen, dass bei einer mehrere Stunden anhaltenden Freisetzung die Gesamtdosis von 10 mSv erreicht wird. Wie auch beim Emissionskriterium wird das Immissionskriterium für Voralarm auf 1/10 des Immissionskriteriums für Katastrophenalarm gesetzt.

Die Gesamtheit aller Ereignisabläufe, Anlagenzustände und Ausbreitungs- und Ablagerungsbedingungen wird durch das Kriterienkonzept abgedeckt, nicht aber durch einzelne Kriterien. Es ist daher notwendig, dass alle Kriterien, auch die allgemeinen, überprüft werden.

Es ist zu alarmieren, sobald ein Kriterium erfüllt ist. Es ist auch dann zu alarmieren, wenn die in den Kriterien beschriebenen Gefährdungen nicht abgewendet werden können.

Das dargestellte Kriterienkonzept stellt sicher, dass die zuständigen Behörden zuverlässig, zeit- und lagegerecht alarmiert werden können, denn die Kriterien decken alle Ursachen einer Freisetzung radioaktiver Stoffe ab.

4 Voralarm

Allgemeines Dosiskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Voralarm“ bei auslegungsüberschreitenden Ereignisabläufen zu alarmieren, bei denen Freisetzungen radioaktiver Stoffe zu besorgen sind, die eine effektive Dosis von mehr als 10 mSv oder eine Schilddrüsendosis von mehr als 50 mSv in der Umgebung der Anlage bewirken können.

4.1 Allgemeines Anlagenkriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Voralarm“ zu alarmieren, wenn eines oder sogar mehrere der Schutzziele Kontrolle der Reaktivität, Kühlung der Brennelemente und Einschluss der radioaktiven Stoffe mit den auslegungsgemäß dafür vorgesehenen Mitteln nicht erreicht werden können. Kann die Einhaltung der Schutzziele nicht überprüft werden oder ist die Überprüfung nur in der Notsteuerstelle möglich, ist ebenfalls Voralarm auszulösen.

Hinweis:

Auch wenn noch die Möglichkeit besteht, die Schutzziele mit anlageninternen Notfallschutzmaßnahmen einzuhalten, ist Voralarm auszulösen; das heißt, bei der Bewertung der Voralarmkriterien dürfen Maßnahmen des anlageninternen Notfallschutzes nicht einbezogen werden.

4.1.1 Spezielle Anlagenkriterien

Die speziellen Anlagenkriterien sind in den Tabellen A2-1, A2-3 und A2-5 „DWR-Anlagenkriterien für den Voralarm“ bzw. den Tabellen A2-7, A2-9 und A2-11 „SWR-Anlagenkriterien für den Voralarm“ aufgeführt. Es ist zu alarmieren, sobald ein Kriterium erfüllt ist. Es ist auch dann zu alarmieren, wenn die in den Kriterien beschriebenen Gefährdungen nicht abgewendet werden können.

Hinweise:

- a. Die in den Tabellen zu den Alarmierungskriterien angegebenen Zahlenwerte gelten für die Anlagen GKN 2 (DWR) und KRB-II (SWR).
- b. Falls unterschiedliche Anlagenausführungen dies erfordern, sind nicht nur die Zahlenwerte anlagenspezifisch festzulegen, sondern auch anlagenspezifische Kriterien zu ergänzen.
- c. Die in den Tabellen aufgeführten Begriffe, u. a. die Benennung der Schutzziele, sind im Rahmen der anlagenspezifischen Umsetzung an die in den jeweiligen Anlagen definierten Begriffe anzupassen.

4.2 Allgemeines Freisetzungskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag "Voralarm" zu alarmieren, wenn Emissionen oder Emissionspotenziale oder Immissionen die im allgemeinen Dosiskriterium genannten Auswirkungen zur Folge haben.

4.2.1 Emissionskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Voralarm“ zu alarmieren, wenn eine Freisetzung luftgetragener radioaktiver Stoffe in die Umgebung von mehr als 1/10 der im Anhang 1 angegebenen Bezugswerte der Freisetzung bezüglich der effektiven Dosis oder von mehr als 1/10 der Bezugswerte der Freisetzung bezüglich der Schilddrüsendosis festgestellt wurde. Es ist ebenfalls zu alarmieren, wenn eine derartige Freisetzung aufgrund von Aktivitätsmessdaten in der Anlage abzusehen ist.

4.2.2 Immissionskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Voralarm“ zu alarmieren, wenn aufgrund störfallbedingter Freisetzungen an der Kraftwerksgrenze oder in der Umgebung der Anlage eine Gamma-Ortsdosisleistung von 0,1 mSv/h gemessen wird und diese Ortsdosisleistung voraussichtlich über mehrere Stunden anhalten wird.

5 Katastrophenalarm

Allgemeines Dosiskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Katastrophenalarm“ bei Ereignisabläufen zu alarmieren, bei denen Freisetzungen radioaktiver Stoffe in die Umgebung der Anlage festgestellt wurden oder drohen, die eine effektive Dosis von mehr als 10 mSv oder eine Schilddrüsendosis von mehr als 50 mSv in der Umgebung der Anlage bewirken können.

5.1 Allgemeines Anlagenkriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Katastrophenalarm“ zu alarmieren, wenn die Schutzziele Kontrolle der Reaktivität, Kühlung der Brennelemente und Einschluss der radioaktiven Stoffe auch mit anlageninternen Notfallschutzmaßnahmen nicht erreicht werden können.

5.1.1 Spezielle Anlagenkriterien

Die speziellen Anlagenkriterien sind in den Tabellen A2-2, A2-4 und A2-6 „DWR-Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm“ bzw. den Tabellen A2-8, A2-10 und A2-12 „SWR-Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm“ aufgeführt. Es ist zu alarmieren, sobald ein Kriterium erfüllt ist. Es ist auch dann zu alarmieren, wenn die in den Kriterien beschriebenen Gefährdungen nicht abgewendet werden können.

Hinweise:

- a. Die in den Tabellen zu den Alarmierungskriterien angegebenen Zahlenwerte gelten für die Anlagen GKN 2 (DWR) und KRB-II (SWR).
- b. Falls unterschiedliche Anlagenausführungen dies erfordern, sind nicht nur die Zahlenwerte anlagenspezifisch festzulegen, sondern auch anlagenspezifische Kriterien zu ergänzen.
- c. Die in den Tabellen aufgeführten Begriffe, u. a. die Benennung der Schutzziele, sind im Rahmen der anlagenspezifischen Umsetzung an die in den jeweiligen Anlagen definierten Begriffe anzupassen.

5.2 Allgemeines Freisetzungskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag "Katastrophenalarm" zu alarmieren, wenn Emissionen oder Emissionspotenziale oder Immissionen die im allgemeinen Dosiskriterium genannten Auswirkungen zur Folge haben.

5.2.1 Emissionskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Katastrophenalarm“ zu alarmieren, wenn eine Freisetzung luftgetragener radioaktiver Stoffe in die Umgebung derart stattgefunden hat, dass eine Überschreitung der in Anhang 1 genannten Bezugswerte festgestellt wurde oder die Überschreitung aufgrund von Aktivitätsmessdaten in der Anlage abzusehen ist.

5.2.2 Immissionskriterium

Die Katastrophenschutzbehörde ist mit dem Klassifizierungsvorschlag „Katastrophenalarm“ zu alarmieren, wenn aufgrund störfallbedingter Freisetzungen an der Kraftwerksgrenze oder in der Umgebung der Anlage eine Gamma-Ortsdosisleistung von 1 mSv/h gemessen wird und diese Ortsdosisleistung voraussichtlich über mehrere Stunden anhalten wird.

Anhang 1: Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung entsprechend einer effektiven Dosis von 10 mSv bzw. einer Schilddrüsendosis von 50 mSv, ohne Berücksichtigung des Ingestionspfades

In den Tabellen A1-1 und A1-2 sind Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung zusammengestellt, die bei Daueraufenthalt (kritische Bevölkerungsgruppe) von sieben Tagen im Freien aufgrund von Wolkenstrahlung, Bodenstrahlung und Inhalation zu einer Strahlenexposition von 10 mSv effektive Dosis oder 50 mSv Schilddrüsendosis am ungünstigsten Aufpunkt führen können. Tabellen A1-1 und A1-2 gelten für Brennelemente eines Reaktorkerns nach 0 h bzw. 240 h Abklingzeit. Die Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung sind für verschiedene effektive Emissionshöhen und drei Nuklidgruppen angegeben. Die Auswahl der Nuklidgruppen orientiert sich an der in Kernkraftwerken üblichen Kamininstrumentierung, die die Gruppen Edelgase, Iod und Schwebstoffe kontinuierlich oder quasikontinuierlich erfasst. Zur Berücksichtigung der möglichen Aktivitätsfreisetzung mehrerer Nuklidgruppen ist grundsätzlich die weiter unten angegebene Summenformel anzuwenden.

Tabelle A1-1: Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung nach 0 h Abklingzeit in Bq für verschiedene Freisetzungshöhen. Die Werte entsprechen einer effektiven Dosis von 10 mSv bzw. einer Schilddrüsendosis von 50 mSv für die kritische Bevölkerungsgruppe innerhalb von 7 Tagen.

Nuklidgruppe	Dosisgröße	Bezugswerte M_i der Freisetzung [Bq]			
		Freisetzungshöhe			
		H=20m	H=50m	H=100m	H=150m
Iod	Effektive Dosis	8.4E+13	3.5E+14	1.6E+15	2.5E+15
Edelgase	Effektive Dosis	1.0E+16	2.4E+16	7.7E+16	1.4E+17
Schwebstoffe	Effektive Dosis	1.0E+13	4.2E+13	2.0E+14	2.3E+14
Iod	Schilddrüsendosis	2.6E+13	1.2E+14	7.4E+14	1.1E+15

Tabelle A1-2: Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung nach 240 h Abklingzeit in Bq für verschiedene Freisetzungshöhen. Die Werte entsprechen einer effektiven Dosis von 10 mSv bzw. einer Schilddrüsendosis von 50 mSv für die kritische Bevölkerungsgruppe innerhalb von 7 Tagen.

Nuklidgruppe	Dosisgröße	Bezugswerte M_i der Freisetzung [Bq]			
		Freisetzungshöhe			
		H=20m	H=50m	H=100m	H=150m
Iod	Effektive Dosis	2.4E+13	1.1E+14	5.6E+14	8.2E+14
Edelgase	Effektive Dosis	5.1E+16	1.2E+17	3.9E+17	7.1E+17
Schwebstoffe	Effektive Dosis	4.1E+12	1.8E+13	9.2E+13	1.3E+14
Iod	Schilddrüsendosis	6.8E+12	3.2E+13	1.9E+14	3.0E+14

Sämtliche in den Tabellen A1-1 und A1-2 aufgeführten Nuklidgruppen sind messtechnisch zu erfassen. Die messtechnische Erfassung erfolgt nach der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen“(GMBI. 1993, S. 501 – 527). Falls zum Entscheidungszeitpunkt über eine Alarmierung nicht von allen diesen Nuklidgruppen Messwerte zur Verfügung stehen, sind sie auf der Grundlage anderer vorliegender Messwerte abzuschätzen und zu berücksichtigen. Wird nur I-131 messtechnisch erfasst, so sind zur pauschalen Berücksichtigung anderer Iodisotope die Bezugswerte für Iod in der Tabelle A1-1 durch den Faktor 3 zu dividieren. Dies gilt nicht für die Iodwerte in Tabelle A1-2, da nach 240 h Abklingzeit die kurzlebigen Iodisotope keine wesentlichen Beiträge zur Dosis mehr liefern.

Die Alarmierung aufgrund des „Emissionskriteriums“ ist demnach erforderlich, wenn abzusehen ist oder festgestellt wurde, dass die Summe der radioaktiven Anteile der drei Nuklidgruppen - jeweils für die effektive Dosis oder die Schilddrüsendosis - den Wert 1 erreicht:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{A_i}{M_i} = 1$$

A_i = freigesetzte Aktivität der i-ten Nuklidgruppe

M_i = Bezugswert der Aktivitätsfreisetzung der i-ten Nuklidgruppe nach Tabelle A1-1 bzw.

A1-2.

Als praktikable Näherung kann festgelegt werden, dass dieses Kriterium insbesondere auch dann erfüllt ist, wenn bei gleichzeitiger Emission 1/3 des Bezugswerts für die Edelgase, Iod oder die Schwebstoffe erreicht wird:

$$\frac{A_i}{M_i} = \frac{1}{3}$$

Der Berechnung der Bezugswerte der Aktivitätsfreisetzung nach der Tabelle liegen folgende weitere Annahmen zugrunde:

- Zur Berechnung der Quellstärke wurden zwei Nuklidvektoren angenommen: unmittelbare Aktivitätsfreisetzung (0 h) und Aktivitätsfreisetzung nach 240 h. In beiden Fällen wird Kernschmelzen unterstellt.
- In Anlehnung an die Rahmenempfehlungen wurde der Ermittlung der effektiven Dosis eine Expositionszeit von sieben Tagen gegenüber externer Strahlung (ungeschützter Aufenthalt) und eine Integrationszeit von 50 Jahren (bei Kleinkindern 70 Jahre) für inhalierte Radionuklide zugrunde gelegt. Dasselbe gilt für die Berechnung der Schilddrüsendosis.
- Für die Summe der betrachteten Expositionspfade Wolkenstrahlung, Bodenstrahlung und Inhalation sind die jeweiligen 95-Perzentil-Werte aufgrund von statistischen Auswertungen realer Wetteraufzeichnungen an einem ausgewählten Standort ermittelt worden.

Anhang 2: Spezielle Anlagenkriterien

Abkürzungsverzeichnis

BE	Brennelement
DE	Dampferzeuger
DH	Druckhalterfüllstand
DWR	Druckwasserreaktor
F	Füllstand
FB	Flutbecken/Flutbehälter
FD	Frischdampf
KMT	Kühlmitteltemperatur
Koka	Kondensationskammer
ODL	Ortsdosisleistung
p	Druck (Immer Überdruck, wenn nicht anders gekennzeichnet)
RDB	Reaktordruckbehälter
RESA	Reaktorschnellabschaltung
RKL	Reaktorkühlkreislauf
SB	Sicherheitsbehälter
SWR	Siedewasserreaktor
t	Zeit
T	Temperatur
Φ	Neutronenflussdichte

Tabelle A2-1: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2	
Reduktion der Reaktorleistung und Sicherstellung der Unterkritikalität	Nach Anregung der RESA bleibt der Neutronenfluss noch im Leistungsbereich.	Der Reaktor ist nicht unterkritisch und die Wärmeabfuhr aus dem RKL ist langfristig nicht gewährleistet. Das Boriersystem zeigt zu lange keine Wirkung.	$\Phi > 5 \%$ des Volllastwertes 15 min nach RESA-Anregung	
Kernkühlung	• Kühlmitteltemperatur	Die Kühlmitteltemperatur am Kernaustritt ist zu hoch,	Der Füllstand im RDB ist zu niedrig. Nicht benetzte Kernbereiche heizen sich mit etwa 1 K pro Sekunde auf. Es liegt ein nicht auslegungsgemäß beherrschter Störfall vor.	$T(\text{BE-Kopf}) > 360 \text{ °C}$ für $\Delta t > 5 \text{ min}$
	• Kühlmittelinventar	oder: das Kühlmittelinventar ist zu gering,	Bei einem Kühlmittelverlust ist der Füllstand im RDB zu niedrig, weil die Notkühl-Einspeisung in den Primärkreis nicht ausreichend ist (z.B. weniger als 2 von 4 Hochdrucksicherheitseinspeisungssträngen bei kleinen Lecks). Im Kern wird bei Sättigungsbedingungen Wärme durch Verdampfen von Kühlmittel abgeführt.	$F(\text{RDB}) < \text{„Min 3“}$ für $\Delta t > 20 \text{ min}$
	• Dampferzeugerbespeisung	oder: die sekundärseitigen Füllstände in den Dampferzeugern sind zu niedrig,	Die sekundärseitige Wärmesenke ist nicht verfügbar, da die "aktiven" Dampferzeuger, d.h. die Dampferzeuger, aus denen der Frischdampf zur Wärmeabfuhr abgeführt wird, nicht bespeist werden.	in den „aktiven“ DE $F \leq$ unterer Anzeigewert im Weitbereich
	• Frischdampf-abgabe	oder: der Frischdampf-Druck ist zu hoch,	Der Ausfall der Frischdampf-Abfuhr kann bei Transienten zum Versagensdruck von Frischdampf-Leitungs-Komponenten führen. Tritt dieses bei allen „aktiven“ Dampferzeugern auf, ist die sekundärseitige Wärmesenke nicht verfügbar.	in einem oder mehreren DE ist $p(\text{DE}) > 116 \text{ bar}$ für $\Delta t > 3 \text{ min}$
	• Frischdampf-abgabe	oder: die Kühlmitteltemperatur ist zu hoch und die Füllstände in den Flutbecken / Flutbehältern sind zu niedrig bei Ereignissen mit Kühlmittelverlust.	Bei Ereignissen mit Kühlmittelverlust infolge kleiner Lecks kann ein Nicht-Abfahren oder ein zu geringer Abfahrgradient den Übergang auf Sumpfbetrieb der Niederdruck-Not- und -Nachkühlsysteme verhindern.	$\text{KMT} > 180 \text{ °C}$ und $F(\text{FB})$ der „aktiv“ betriebenen Notkühlstränge zu niedrig ($< 1,5 \text{ m}$)

Fortsetzung Tabelle A2-1: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2
Integrität des Sicherheitsbehälters und Aktivitätsrückhaltung <ul style="list-style-type: none"> • Druck • Abschluss • Kühlmittelverlust 	Der Druck im SB ist zu hoch,	Die Integrität des SB ist gefährdet. Der Druck im SB steigt über das 0,5-fache des Auslegungsdrucks an.	$p(\text{SB}) > 2,7 \text{ bar}$ für $\Delta t = 10 \text{ min}$ und weiter steigend
	oder: der lüftungstechnische Abschluss ¹ des SB ist im Anforderungsfall nicht möglich,	Beide lüftungstechnischen Abschlussklappen in einer Lüftungsleitung sind nicht geschlossen. Damit ist eine direkte Freisetzung nach außen möglich.	Reaktorschutzkriterien für „SB-Abschluss“ stehen an und lüftungstechnischer Abschluss ¹ erfolgt nicht.
	oder: es liegt ein Kühlmittelverlust aus dem oder außerhalb des SB vor.	Aus dem oder außerhalb des SB besteht eine nicht absperrbare Kühlmittelfreisetzung (z.B. Leckage aus dem SB oder aus einer Anschlussleitung am Primärkreis) oder die Isolation des defekten Dampferzeugers gegenüber der Umgebung ist nicht möglich (z.B. die Frischdampfventile versagen in Offenstellung).	Anregung der Notkühlkriterien ($F(\text{DH}) < 2,28 \text{ m}$ und $p(\text{RKL}) < 110 \text{ bar}$) und a) ein nicht absperrbares Kühlmittleck in die Umgebung oder b) ein Heizrohrleck mit zusätzlichem Leck in die Umgebung, das nicht absperrbar ist, liegt vor.

¹ Zwei in Reihe liegende Gebäudeabschlussarmaturen sind nicht geschlossen

Tabelle A2-2: Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2
Kernkühlung <ul style="list-style-type: none"> • Kühlmitteltemperatur • Druck • Ortsdosisleistung 	Die Kühlmitteltemperatur am Kernaustritt ist zu hoch,	Der Füllstand im RDB unterschreitet die aktive Kernoberkante. Es liegt ein nicht auslegungsgemäß beherrschter Störfall vor.	T(BE-Kopf) > 800 °C für $\Delta t > 5$ min
	oder: der Druck im RDB ist zu hoch und steigend,	Es liegt keine sekundärseitige und keine ausreichende primärseitige Wärmeabfuhr vor.	p(RDB) > 200 bar für $\Delta t > 5$ min
	oder: die Ortsdosisleistung im SB steigt nach Leck im RKL an.	Es werden radioaktive Stoffe aus den beschädigten Brennelementen in den SB freigesetzt. Es ist zu unterstellen, dass mehr als ca. 20 % der Brennstabhüllrohre defekt sind.	ODL(SB) > 200 Sv/h
Integrität des Sicherheitsbehälters und Aktivitätsrückhaltung <ul style="list-style-type: none"> • Druck • Abschluss 	Der Druck im SB ist zu hoch und die Druckentlastung des SB ist abzusehen,	Eine Alarmierung muss beim Erreichen des 1,2-fachen Wertes des Auslegungsdrucks erfolgen.	p(SB) > 6,5 bar
	oder: der lüftungstechnische Abschluss des SB ist im Anforderungsfall nicht möglich und a) die Notkühleinpeisung fällt aus oder b) ein Voralarmkriterium „Kernkühlung“ steht an.	Die beiden lüftungstechnischen Abschlussklappen in einer Lüftungsleitung sind nicht geschlossen. Damit ist eine direkte Freisetzung nach außen möglich.	Der lüftungstechnische Abschluss des SB ist im Anforderungsfall nicht erfolgt und a) die Notkühleinpeisung fällt aus oder b) ein Voralarmkriterium der Tabelle A2-1 zum Schutzziel Kernkühlung ist erfüllt.

Fortsetzung Tabelle A2-2: Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2
<p>Integrität des Sicherheitsbehälters und Aktivitätsrückhaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kühlmittelverlust 	<p>oder: es liegt ein Kühlmittelverlust aus dem oder außerhalb des SB vor und a) die Notkühleinspeisung fällt aus oder b) ein Voralarmkriterium „Kernkühlung“ steht an.</p>	<p>Aus dem oder außerhalb des SB besteht eine nicht absperrbare Kühlmittelfreisetzung (z.B. Leckage aus dem SB oder aus einer Anschlussleitung am Primärkreis) oder die Isolation des defekten Dampferzeugers gegenüber der Umgebung ist nicht möglich (z.B. die Frischdampfventile versagen in Offenstellung).</p> <p>In Verbindung mit der ausgefallenen Notkühleinspeisung oder dem anstehenden Voralarmkriterium „Kernkühlung“ ist eine Freisetzung in die Umgebung anzunehmen.</p>	<p>Anregung der Notkühlkriterien (F(DH) < 2,28 m und p(RKL) < 110 bar)</p> <p>bei einem a) nicht absperrbaren Kühlmittelleck in die Umgebung oder b) Heizrohrleck mit zusätzlichem Leck in die Umgebung, das nicht absperrbar ist.</p> <p>und a) die Notkühleinspeisung fällt aus oder b) ein Voralarmkriterium der Tabelle A2-1 zum Schutzziel Kernkühlung ist erfüllt.</p>

Tabelle A2-3: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2
Kühlung der Brennelemente im Brennelement-Lagerbecken	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken ist zu niedrig.	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken unterschreitet die Unterkante der Schleuse zum Flutraum.	F(BE-Lagerbecken) < 12,65 m

Tabelle A2-4: Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2
Kühlung der Brennelemente im Brennelement-Lagerbecken	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken ist viel zu niedrig.	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken fällt unter die Oberkante der aktiven Zone der Brennelemente.	F(BE-Lagerbecken) < 12,36 m

Hinweise zu den Tabellen für den Nicht-Leistungsbetrieb bei Druckwasserreaktor-Anlagen

Der Nicht-Leistungsbetrieb umfasst den Zeitraum „Nachkühlsysteme in Betrieb“ bis "Beginn Entborieren" zur Aufnahme des Leistungsbetriebes.

Es werden folgende Zustände unterschieden:

- a) „RKL geschlossen und gefüllt“,
- b) „RKL geschlossen, Mitte-Loop-Betrieb“,
- c) „RKL offen, Brennelemente vollständig oder teilweise im Kern“.

Im Zustand „RKL geschlossen und gefüllt“ gelten die Kriterien des Leistungsbetriebs, soweit anwendbar.

Der Zustand „RKL geschlossen, Mitte-Loop-Betrieb“ schließt die Phase der Füllstandsabsenkung auf Mitte-Loop ein.

Der Zustand „RKL offen, Brennelemente vollständig oder teilweise im Kern“ wird erreicht, wenn mit dem Entspannen der Deckelschrauben begonnen wird. Bei entladendem Reaktorkern besitzen die Kriterien keine Relevanz mehr.

Tabelle A2-5: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb

RKL geschlossen, Mitte-Loop-Betrieb			
Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2
Sicherstellung der Unterkritikalität	Ausfall des Nachkühlbetriebs und kein Auffüllen des RKL möglich.	Das Schutzziel wird durch Entborieren des Kühlmittels in Kühlmittel-Loops mit befüllten Dampferzeugern gefährdet. Zeitangabe: Entboriertes Kühlmittel fällt bei der Kondensation von Dampf in den Dampferzeuger-Heizrohren an.	Ausfall aller verfügbarer Nachkühlsysteme, Auffüllen des RKL innerhalb einer 1 h nicht erfolgt
Kernkühlung • Dampferzeuger-bespeisung • Frischdampf-abgabe • Kühlmittel-inventar	Der Dampferzeuger-Füllstand ist zu niedrig,	Nach Ausfall des Nachkühlbetriebs fällt zusätzlich die Nachwärme-abfuhr über die Dampferzeuger infolge Ausfalls der Bespeisung aus. Der Primärkreis heizt sich auf.	Ausfall aller verfügbarer Nachkühlsysteme, $F(DE) < 4$ m im betriebsbereiten Dampferzeuger (unterer Anzeigewert im Weitbereich)
	oder: die geregelte Frischdampf-abgabe ist ausgefallen,	Nach Ausfall des Nachkühlbetriebs fällt zusätzlich die Nachwärme-abfuhr über die Dampferzeuger infolge Ausfalls der geregelten Frischdampf-abgabe aus. Der Primärkreis heizt sich auf.	Ausfall aller verfügbarer Nachkühlsysteme, $p(FD) > 116$ bar im betriebsbereiten Dampferzeuger
	oder: das Kühlmittel-inventar ist zu gering nach Leck im RKL.	Bei Kühlmittelverlust ist die Nachspeisung nicht ausreichend.	Die Mitte-Loop-Messung zeigt nach dem Absenken auf Mitte-Loop keinen Füllstand an, und es erfolgt kein Wiederauffüllen auf Mitte-Loop innerhalb von 30 min.
RKL offen, Brennelemente vollständig oder teilweise im Kern			
Kernkühlung	Das Kühlmittel-inventar ist zu gering.	Das Kühlmittel verdampft infolge Ausfalls der Nachwärme-abfuhr in den SB oder es liegt ein Leck im RKL vor.	Die Mitte-Loop-Messung zeigt keinen Füllstand an, und es erfolgt kein Hochfluten auf Mitte-Loop innerhalb von 30 min.

Tabelle A2-6: Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Druckwasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb

RKL geschlossen, Mitte-Loop-Betrieb				
Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für GKN-2	
Kernkühlung	• Druckbegrenzung	Nach Ausfall der Nachwärmeabfuhr ist der Druck im RKL zu hoch,	Nach Ausfall der primärseitigen und sekundärseitigen Wärmesenken steigt der Druck im RKL auf die Ansprechdrücke der Druckhalter-Ventile an. Der Füllstand im Primärkreis sinkt, und eine Unterschreitung der aktiven Kernoberkante ist abzusehen.	Ausfall aller verfügbarer Nachkühlsysteme, Ausfall der sekundärseitigen Wärmesenken p(RKL) wird über Druckhalter-Abblase- / Sicherheitsventile begrenzt, und es erfolgt keine Nachspeisung
	• Druckbegrenzung	oder: die Druckbegrenzung des RKL ist ausgefallen,	Nach Ausfall der primärseitigen und sekundärseitigen Wärmesenken steigt der Druck im RKL auf den Ansprechdruck der Druckhalter-Sicherheitsventile, die Druckbegrenzung fällt jedoch aus.	Ausfall aller verfügbarer Nachkühlsysteme, Ausfall der sekundärseitigen Wärmesenken p(RKL) > 200 bar für $\Delta t > 5$ min
	• Kühlmittelinventar	oder: das Kühlmittelinventar ist zu gering nach Leck im RKL,	Bei Kühlmittelverlust ist die Nachspeisung nicht ausreichend.	Die Mitte-Loop-Messung zeigt nach dem Absenken auf Mitte-Loop keinen Füllstand an, und es erfolgt kein Wiederauffüllen auf Mitte-Loop innerhalb von 60 min.
	• Ortsdosisleistung	oder: die Ortsdosisleistung im SB ist zu hoch.	Es werden radioaktive Stoffe aus den beschädigten Brennelementen in den SB freigesetzt.	ODL(SB) > 200 Sv/h
RKL offen, Brennelemente vollständig oder teilweise im Kern				
Kernkühlung	Das Kühlmittelinventar ist zu gering.	Das Kühlmittel verdampft infolge Ausfall der Nachwärmeabfuhr in den SB, oder es liegt ein Leck im RKL vor.	Die Mitte-Loop-Messung zeigt keinen Füllstand an, und es erfolgt kein Hochfluten auf Mitte-Loop innerhalb von 60 min.	

Tabelle A2-7: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für KRB-II
Reduktion der Reaktorleistung und Sicherstellung der Unterkritikalität	Nach Anregung der RESA bleibt der Neutronenfluss im Leistungsbereich.	Der Reaktor ist nicht unterkritisch und die Wärmeabfuhr aus dem RDB ist nicht langfristig gewährleistet. Die Abschalt-Systeme zeigen zu lange keine ausreichende Wirkung.	$\Phi > 5\%$ des Volllastwertes für $\Delta t > 45$ min nach RESA-Anregung
Kernkühlung	• Kühlmittelinventar	Der Füllstand im RDB ist zu tief,	Die RDB-Bespeisung ist nicht ausreichend.
	• Kühlmittelinventar	oder: der Füllstand im RDB ist zu hoch und der Durchdringungsabschluss ² einer aus dem SB herausführenden Dampfleitung ist nicht erfolgt,	Es besteht die Möglichkeit des Versagens einer Dampfleitung außerhalb des SB.
	• Druckführung	oder: der Druck im RDB ist zu hoch,	Die Begrenzung auf den Auslegungsdruck hat versagt.
	• Koka-Inventar	oder: der Füllstand in der Koka ist zu tief und die Koka ist die Wärmesenke,	Wegen Wasserverlust aus der Koka ist keine ausreichende Wärmeabfuhr in die Koka möglich.
	• Koka-Inventar	oder: der Füllstand in der Koka ist zu tief und die Einspeisung in den RDB kann nur aus der Koka erfolgen,	Es besteht die Gefahr, dass wegen zu geringer Zulaufhöhe die Nachkühlpumpen ausfallen.
• Koka-Temperatur	oder: die Wassertemperatur in der Koka ist zu hoch.	Die Kondensationsfähigkeit in der Koka ist gefährdet. (SWR 69: Die Integrität der Koka ist zusätzlich gefährdet.)	F(RDB) < 11,00 m für $\Delta t > 20$ min F(RDB) > 15,60 m und weiter steigend und Durchdringungsabschluss ² in einer Dampfleitung nicht erfolgt p(RDB) > 95 bar F(Koka) < -1,00 m und p(RDB) > 5 bar und kein Füllstandsanstieg im SB F(Koka) < -3,50 m T(Koka) > Grenzkurve „RDB-Druck über Koka-Temperatur“ laut BHB zum Beispiel T(Koka) > 60 °C bei p(RDB) = 70 bar oder T(Koka) > 83 °C bei p(RDB) = 5 bar

² „Durchdringungsabschluss nicht erfolgt“ heißt: beide hintereinander liegende Abschlussarmaturen sind nicht geschlossen.

Fortsetzung Tabelle A2-7: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für KRB-II
Integrität des Sicherheitsbehälters und Aktivitätsrückhaltung <ul style="list-style-type: none"> • Druck • Abschluss • Leck im SB 	Der Druck im SB ist zu hoch,	Der Druck im SB steigt über das 0,5-fache des Auslegungsdrucks an.	$p(\text{SB}) > 1,65 \text{ bar}$ für $\Delta t = 20 \text{ min}$ und weiter steigend
	oder: der Abschluss des SB ist im Anforderungsfall nicht möglich,	Der Abschluss von Leitungen, die ein Potenzial für Aktivitätsfreisetzungen haben, ist im Anforderungsfall nicht möglich. Die relevanten Leitungen sind anlagenspezifisch zu benennen. Hinweis: Beim Voralarm sind nur die großen Leitungen mit entsprechendem Freisetzungspotenzial zu betrachten.	Der Abschluss des SB ist im Anforderungsfall nicht im erforderlichen Umfang erfolgt. Zu betrachten sind folgende Systeme: Lüftungsleitungen, FD-Leitungen, Hilfsdampfleitung, Reaktorspeisewasserleitungen, TH-Leitungen
	oder: es liegt ein Leck des SB im Anforderungsfall vor.	Die Integrität des SB ist im Anforderungsfall zum Beispiel durch a) Dichtungsversagen oder b) Beschädigung der SB-Hülle nicht gewährleistet.	Nicht absperbares Leck des SB

Tabelle A2-8: Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Leistungsbetrieb

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für KRB-II
Kernkühlung	• Füllstand	Der Füllstand im RDB ist zu tief,	Der Füllstand unterschreitet die aktive Kernoberkante und es besteht keine ausreichende Möglichkeit der Wassereinspeisung. Es liegt eine nicht auslegungsgemäß beherrschte Transiente vor.
	• Druck	oder: der Druck im RDB ist zu hoch und steigend,	Die Integrität der druckführenden Umschließung und eine ausreichende RDB-Bespeisung sind gefährdet.
	• Ortsdosisleistung	oder: die Ortsdosisleistung im SB ist zu hoch.	Es werden radioaktive Stoffe aus den beschädigten Brennelementen in den SB freigesetzt. Es ist zu unterstellen, dass mehr als ca. 20 % der Brennelemente defekt sind.
Integrität des Sicherheitsbehälters und Aktivitätsrückhaltung	• Druck	Der Druck im SB ist zu hoch und die Druckentlastung des SB ist abzusehen,	Eine Alarmierung muss beim Erreichen des 1,2-fachen Wertes des Auslegungsdrucks erfolgen.
	• Abschluss	oder: der Abschluss des SB ist im Anforderungsfall nicht möglich und das Voralarmkriterium „Füllstand im RDB zu tief“ steht an.	Der Abschluss von Leitungen, die ein Potenzial für Aktivitätsfreisetzungen haben, ist im Anforderungsfall nicht möglich. Die relevanten Leitungen sind anlagenspezifisch zu benennen. In Verbindung mit dem anstehenden Voralarmkriterium „Füllstand im RDB zu tief“ kann eine Freisetzung in die Umgebung erfolgen.
	• Leck im SB	oder es liegt ein Leck des SB im Anforderungsfall vor und das Voralarmkriterium „Füllstand im RDB zu tief“ steht an.	Die Integrität des SB ist im Anforderungsfall zum Beispiel durch a) Dichtungsversagen oder b) Beschädigung der SB-Hülle nicht gewährleistet. In Verbindung mit dem anstehenden Voralarmkriterium „Füllstand im RDB zu tief“ kann eine Freisetzung in die Umgebung erfolgen.

Tabelle A2-9: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für KRB-II
Kühlung der Brennelemente im Brennelement-Lagerbecken	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken ist zu niedrig.	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken unterschreitet die Unterkante der Schleuse zum Flutraum.	F(BE-Lagerbecken) < 4,65 m

Tabelle A2-10: Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen, Brennelement-Lagerbecken

Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für KRB-II
Kühlung der Brennelemente im Brennelement-Lagerbecken	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken ist viel zu niedrig.	Der Füllstand im Brennelement-Lagerbecken fällt unter die Oberkante der aktiven Zone der Brennelemente.	F(BE-Lagerbecken) < 4,14 m

Hinweise zu den Tabellen für den Nicht-Leistungsbetrieb bei Siedewasserreaktor-Anlagen

Der Nicht-Leistungsbetrieb umfasst den Zeitraum von „Nachkühlsysteme zum Abfahrkühlen in Betrieb“ bis zum Ausfahren der Steuerstäbe zum Wiederanfahren.

Es werden folgende Zustände unterschieden:

- a) „RDB geschlossen“,
- b) „RDB offen und nicht geflutet“,
- c) „RDB offen und geflutet“.

Für die Anlagenzustände „RDB geschlossen“ und „RDB offen und nicht geflutet“ gelten die Kriterien des Leistungsbetriebes, soweit anwendbar.

Der Zustand „RDB offen und nicht geflutet“ ist dann erreicht, wenn mit dem Entspannen der Deckelschrauben begonnen wird.

Der Zustand „RDB offen und geflutet“ ist dann erreicht, wenn der Füllstand im Flutraum die Oberkante Flutraum erreicht hat.

Tabelle A2-11: Anlagenkriterien für den Voralarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb

RDB offen und geflutet			
Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für KRB-II
Kernkühlung	Der Füllstand ist zu tief.	Es liegt ein Leck unterhalb des Kerns vor, das nicht abgesperrt und nicht überspeist werden kann. Der Füllstand im Flutraum / Absetzbecken unterschreitet die Unterkante der Schleuse zum Brennelement-Lagerbecken.	F(BE-Lagerbecken) < 4,65 m bzw. F(Flutraum) < 33,15 m (Gebäudekote)

Tabelle A2-12: Anlagenkriterien für den Katastrophenalarm bei Siedewasserreaktor-Anlagen im Nicht-Leistungsbetrieb

RDB offen und geflutet			
Schutzziel	Kriterium	Erläuterungen	Beispielhafte Alarmierungswerte für KRB-II
Kernkühlung	Der Füllstand ist zu tief.	Der Füllstand unterschreitet die aktive Kernoberkante, und es besteht keine Möglichkeit einer ausreichenden Wassereinspeisung.	F(RDB) < 9,00 m