

KTA 3501

Reaktorschutzsystem und Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems

Diese Regel ersetzt die Regel KTA 3501 "Reaktorschutzsystem und Überwachung von Sicherheitseinrichtungen" in der Fassung 3/77 (BAnz. Nr. 107 vom 11. Juni 1977).

Die nachfolgend wiedergegebene Regel wurde im Auftrag des Kerntechnischen Ausschusses (KTA) vom Normenausschuß Kerntechnik (NKe) vorbereitet. Der NKe beabsichtigt, diese Regel wortgleich als DIN 25434 zu veröffentlichen.

Inhalt

	Seite
Grundlagen	2
1 Anwendungsbereich.....	2
2 Begriffe.....	2
3 Ermittlung der Aufgabenstellung für das Reaktorschutzsystem.....	6
3.1 Grundsätzliche Anforderungen.....	6
3.2 Ereignisabläufe und ihre Auswirkungen	7
3.3 Ausgangszustand der Anlage	7
3.4 Erfassung der Störfälle	7
4 Auslegungsgrundlagen für das Reaktorschutzsystem.....	7
4.1 Grundsätzliche Anforderungen.....	7
4.2 Versagensauslösende Ereignisse	7
4.3 Auslegung gegen versagensauslösende Ereignisse außerhalb der Reaktoranlage	8
4.4 Ausfallkombinationen.....	8
4.5 Anregung von Schutzaktionen	12
4.6 Redundanz und Unabhängigkeit.....	12
4.7 Trennung des Reaktorschutzsystems von anderen Systemen.....	13
4.8 Betrieb des Reaktorschutzsystems bei Instandhaltungsarbeiten	13
4.9 Abstimmung zwischen dem Reaktorschutzsystem und den aktiven Sicherheitseinrichtungen.....	13
4.10 Überwachung auf Funktionsbereitschaft und Prüfbarkeit	13
4.11 Schutzbegrenzungen	14
4.12 Funktionsgruppensteuerungen des Reaktorschutzsystems	14
4.13 Ermittlung der Grenzwerte zur Auslösung von Schutzaktionen	14
4.14 Handeingriffe.....	14
5 Aufbau von Reaktorschutzsystemen.....	15
5.1 Gerätequalität	15
5.2 Umgebungseinflüsse.....	15
5.3 Räumliche Anordnung, Trennung zueinander redundanter Einrichtungen.....	16
5.4 Mechanischer Aufbau.....	16
5.5 Aufbau von Schutzuntersystemen	17
5.6 Schaltung	18
6 Aggregatschutz.....	18
7 Zustandsbegrenzungen.....	18
8 Lüftungstechnische Anlagen zur Kühlung des Reaktorschutzsystems	19
9 Elektrische Energieversorgung	19

10	Gefahrenmeldeeinrichtungen	19
10.1	Allgemeines	19
10.2	Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse S.....	19
10.3	Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I.....	20
11	Prüfungen	20
11.1	Prüfungen am Reaktorschutzsystem und an Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse S.....	20
11.2	Prüfungen an Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I	21
12	Zusammenstellung der im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für das Reaktorschutzsystem zur Prüfung erforderlichen Informationen.....	21
	Anhang A: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird	22
	Stichwortverzeichnis	23

Grundlagen

(1) KTA-Regeln haben die Aufgabe, sicherheitstechnische Anforderungen anzugeben, bei deren Einhaltung die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage getroffen ist (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz), um insbesondere die im Atomgesetz und der Strahlenschutzverordnung festgelegten Schutzziele zu erreichen.

(2) Basierend auf den Abschnitten 2.1 "Qualitätsgewährleistung", 2.2 "Prüfbarkeit", 5.1 "Überwachungs- und Meldeeinrichtungen" und 6.1 "Reaktorschutzsystem" der "Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke" des Bundesministers des Innern wird in dieser Regel festgelegt, welche Anforderungen an das Reaktorschutzsystem und an die Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems zu stellen sind.

(3) Die vorliegende Regel wird durch die Regeln KTA 3503 "Typprüfung von elektrischen Baugruppen des Reaktorschutzsystems", KTA 3504 "Elektrische Antriebe des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken", KTA 3505 "Typprüfung von Meßwertgebern und Meßumformern des Reaktorschutzsystems", KTA 3506 "Systemprüfung der leittechnischen Einrichtungen des Sicherheitssystems" und KTA 3507 "Werkprüfungen an leittechnischen Baugruppen, Geräten und Systemteilen des Sicherheitssystems" ergänzt.

(4) Zusätzlich zu Abschnitt 9 wird die elektrische Energieversorgung des Sicherheitssystems in den Regeln KTA 3701 bis KTA 3705 geregelt.

(5) Zusätzlich zu Abschnitt 8 sind Anforderungen an Lüftungstechnische Anlagen zur Kühlung des Reaktorschutzsystems im Regelvorhaben KTA 3601 "Lüftungstechnische Anlagen in Kernkraftwerken" enthalten.

(6) Die Anforderungen an den "Nachweis der Beständigkeit von elektrischen Einrichtungen unter Störfallbedingungen" werden im Regelvorhaben KTA 3706 behandelt. Die Ergebnisse dieses Regelvorhabens stehen im Zusammenhang mit den Regeln KTA 3503 und KTA 3505 (siehe Absatz (3)).

(7) Weiter gilt zur Erfüllung der Anforderungen an die Qualitätssicherung übergeordnet die Regel KTA 1401.

(8) In dieser KTA-Regel wird die Einhaltung der konventionellen Vorschriften und Normen (z. B. Unfallverhütungsvorschriften, DIN-Normen und VDE-Bestimmungen) vorausgesetzt, wenn nicht kernkraftwerksspezifisch bedingt, andere Anforderungen gestellt werden.

1 Anwendungsbereich

(1) Diese Regel ist auf das Reaktorschutzsystem und die Überwachungseinrichtungen des Sicherheitssystems von ortsfesten Kernkraftwerken anzuwenden.

(2) Diese Regel regelt Aufbau, Ausführung, Gerätequalität, Einbau und Prüfung des Reaktorschutzsystems und dessen Komponenten. Sie enthält eine Zusammenstellung von Auslegungskriterien, Anforderungen an die Qualität und Qualitätssicherung und Anforderungen an die Funktionsweise des Reaktorschutzsystems.

(3) In dieser Regel werden Grundanforderungen an die Protokolliereinrichtungen, Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I, Zustandsbegrenzungen, Sicherheitsgefahrenmeldungen und Aggregatschutzeinrichtungen, deren Signale Vorrang vor den Signalen des Reaktorschutzsystems haben, gestellt. Spezielle Auslegungsanforderungen an diese Einrichtungen sind nicht Bestandteil dieser Regel.

(4) Nicht zum Anwendungsbereich dieser Regel gehören

- a) der nur im bestimmungsgemäßen Betrieb benötigte Teil der Steuerungen, die Betriebsverriegelungen, die Betriebsbegrenzungen und die Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse II,
- b) die Einrichtungen des Aggregatschutzes, deren Signale keinen Vorrang vor Signalen des Reaktorschutzsystems haben,

Hinweis:

Anforderungen an diese Einrichtungen werden in den Regelvorhaben KTA 3504 und KTA 3705 behandelt.

- c) die elektrischen Antriebe, die Leistungskabel und die Schaltanlagenabzweige einschließlich der Steuerstromkreise.

Hinweis:

Anforderungen an diese Einrichtungen werden in den Regelvorhaben KTA 3701 bis KTA 3705 gestellt.

2 Begriffe

- (1) Aggregatschutz

Der Aggregatschutz ist eine Einrichtung, die einem Aggregat zugeordnet ist und dieses vor Betriebsbedingungen, für die das Aggregat nicht ausgelegt und bestimmt ist, schützen soll.

- (2) Anregeebene

Die Anregeebene ist der Teil des Reaktorschutzsystems, in dem alle Anregekanalgruppen zusammengefaßt sind.

(3) Anregekanal

Der Anregekanal ist eine Einrichtung, die zur Erfassung und Aufbereitung von Prozeßvariablen und zur Bildung eines Anregesignals notwendig ist. Ein Anregekanal umfaßt alle Geräte, beginnend bei den Meßwertgebern und endend bei einem Grenzsingalgeber-Ausgang.

(4) Anregekanalgruppe

Die Anregekanalgruppe ist ein System von mehreren Anregekanälen zur redundanten Erfassung von Prozeßvariablen und zur Bildung redundanter Anregesignale.

(5) Anregekriterium

Das Anregekriterium ist die Bedingung, unter der eine Schutzaktion ausgelöst wird.

(6) Anregesignal

Das Anregesignal ist das Ausgangssignal eines Anregekanals und das Eingangssignal in die Logikebene.

(7) Ansprechverzögerung

Die Ansprechverzögerung ist die Gesamtheit der Eigenschaften eines Systems, die die Verzögerung vom Anstehen des Eingangssignals bis zur Ausgabe des Ausgangssignals bestimmen.

(8) Antivalenzüberwachung

Die Antivalenzüberwachung ist eine Einrichtung, die binäre Signale auf Eindeutigkeit (z. B. Unterbrechung oder Kurzschluß) überwacht.

(9) Ausfall

Der Ausfall ist das Versagen einer Komponente derart, daß sie eine oder mehrere Auslegungsanforderungen nicht mehr erfüllen kann.

(10) Ausfall, systematischer

Der systematische Ausfall ist das Versagen von Komponenten aufgrund der gleichen Ursache.

Hinweis:

Er kann z. B. durch falsche Auslegung, Fehler in einer Fertigungsreihe, falsche Betriebsweise, Wassereintrich, Brand in der Anlage hervorgerufen werden.

(11) Auslösesignal

Das Auslösesignal ist ein Ausgangssignal der Logikebene oder der Steuerebene, das Schutzaktionen auslöst.

(12) Bestimmungsgemäßer Betrieb

- a) Betriebsvorgänge, für die die Anlage bei funktionsfähigem Zustand der Systeme (ungestörter Zustand) bestimmt und geeignet ist (Normalbetrieb);
- b) Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktion von Anlageteilen oder Systemen (gestörter Zustand) ablaufen, soweit hierbei einer Fortführung des Betriebs sicherheitstechnische Gründe nicht entgegenstehen (anomaler Betrieb);
- c) Instandhaltungsvorgänge (Inspektion, Wartung, Instandsetzung).

(13) Betriebsbegrenzung

Die Betriebsbegrenzung ist eine Einrichtung zur Begrenzung von Prozeßvariablen auf vorgegebene Werte, um die Verfügbarkeit der Anlage zu erhöhen.

(14) Betriebssystem

Das Betriebssystem umfaßt alle Einrichtungen, Kreisläufe und Hilfsanlagen, die nur für den bestimmungsgemäßen Betrieb notwendig sind.

(15) Betriebsverriegelung

Die Betriebsverriegelung ist eine Einrichtung zur betrieblichen Steuerung oder zum betrieblichen Schutz von Komponenten oder Systemen.

(16) Einzelantriebssteuerung

Die Einzelantriebssteuerung ist die einem einzelnen Antrieb zugeordnete Steuereinrichtung.

Hinweis:

In dieser Regel werden die Anforderungen an Einzelantriebssteuerungen des Reaktorschutzsystems behandelt (einschließlich Koppelrelais). Die Anforderungen an die anschließenden Steuerstromkreise werden im Regelvorhaben KTA 3705 behandelt.

(17) Fehlauslösung

Die Fehlauslösung ist die Auslösung eines Signals, die aufgrund des Anlagenzustands nicht gerechtfertigt war.

(18) Folgeausfall

Der Folgeausfall ist der von einem Störfall oder einem versagensauslösenden Ereignis verursachte Ausfall.

(19) Funktionsgruppensteuerung

Die Funktionsgruppensteuerung ist eine automatische Steuereinrichtung von funktionell zusammengehörigen Teilabschnitten eines bestimmten Prozesses, bei dem die Antriebe mit ihren Einzelantriebssteuerungen zum Ablauf dieses Prozesses gemeinsam erforderlich sind.

Hinweis:

In dieser Regel werden nur Anforderungen an Funktionsgruppensteuerungen des Reaktorschutzsystems gestellt.

(20) Gefahrenmeldung der Klasse S

Die Gefahrenmeldung der Klasse S (Sicherheitsgefahrenmeldung) ist eine Meldung eines Schutzunternehmens, bei deren Auftreten dem zuständigen Betriebspersonal zwingend vorgeschrieben ist, eine Schutzaktion in einem vorgegebenen Zeitraum einzuleiten.

(21) Gefahrenmeldung der Klasse I

Die Gefahrenmeldung der Klasse I ist eine Meldung, die das Betriebspersonal auf eine Störung im Sicherheitssystem hinweist.

(22) Gefahrenmeldung der Klasse II

Die Gefahrenmeldung der Klasse II ist eine Meldung, die das Betriebspersonal auf eine Störung im Betriebssystem hinweist.

(23) Gerätediversität

Die Gerätediversität ist die Verwendung redundanter Geräte unterschiedlicher Bauart oder Wirkungsweise.

(24) Grenzbelastungsprüfung

Die Grenzbelastungsprüfung ist eine Prüfung, bei der das Verhalten des Geräts bei der ungünstigsten Kombination der Betriebs und Umgebungsbedingungen, für die das Gerät ausgelegt ist, ermittelt wird.

(25) Grenzsingal

Das Grenzsingal ist das Ausgangssignal eines Grenzsingalgebers.

(26) Grenzsinalgeber

Der Grenzsinalgeber ist ein Gerät, das den Wert einer Sicherheitsvariablen mit einem festen oder variablen Grenzwert vergleicht. Wird der Grenzwert über- oder unterschritten, ändert sich das Ausgangssignal sprunghaft.

(27) Grenzwert des Grenzsinalgebers

Der Grenzwert des Grenzsinalgebers ist der in einem Grenzsinalgeber eingestellte Wert.

(28) Instandhaltung

Die Instandhaltung ist die Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung und Wiederherstellung des Sollzustandes sowie zur Feststellung und Beurteilung des Istzustandes. Die Instandhaltung gliedert sich in Instandsetzung, Wartung und Inspektion.

(29) Logikebene

Die Logikebene ist der Teil des Reaktorschutzsystems, in dem die Verknüpfung der Anregesignale und die Wertung der Anregekriterien vorgenommen werden.

(30) Logische Verknüpfung

Die logische Verknüpfung ist ein Verfahren, mehrere binäre Signale zu einer Aussage zu verbinden.

Hinweis:

Logische Verknüpfungen sind z. B. UND, ODER.

(31) Logische Wertung

Die logische Wertung ist ein Verfahren, redundante Signale so miteinander zu verknüpfen, daß eine Aussage erreicht wird, die zuverlässiger ist als die des einzelnen Signals.

Hinweis:

Eine logische Wertung ist z. B. eine 2 von 3-Wertung.

(32) Prozeßvariable

Die Prozeßvariable ist eine unmittelbar im Prozeß meßbare chemische oder physikalische Größe.

(33) Reaktorschutzsystem

Das Reaktorschutzsystem ist der Teil des Sicherheitssystems, welcher die für die Sicherheit der Reaktoranlage und Umgebung wesentlichen Prozeßvariablen zur Vermeidung von unzulässigen Beanspruchungen und zur Erfassung von Störfällen überwacht, verarbeitet und Schutzaktionen auslöst, um den Zustand der Reaktoranlage in sicheren Grenzen zu halten.

Hinweis:

Die Festlegungen der Anzahl und der Art der vom Reaktorschutzsystem zu erfassenden Prozeßvariablen und der daraus zu bildenden Sicherheitsvariablen, die Festlegung ihrer Grenzwerte sowie die Festlegung der Anzahl und der Art der Schutzaktionen erfolgen aufgrund der Störfallanalyse. Das Reaktorschutzsystem umfaßt als Teil des Sicherheitssystems einer Reaktoranlage alle Geräte und Einrichtungen der Meßwerterfassung, der Signalaufbereitung, der Logikebene und den den Einzelantrieben zugeordneten Teilen der Steuerung zur Auslösung von Schutzaktionen sowie die Funktionsgruppensteuerungen.

(34) Rechenschaltung

Die Rechenschaltung ist eine Einrichtung, mit deren Hilfe aus den Werten einer oder mehrerer Prozeßvariablen eine nicht unmittelbar meßbare Sicherheitsvariable ermittelt wird.

Hinweis:

Eine Rechenschaltung ist z. B. die Schaltung zur Bestimmung der

Reaktorperiode aus der Neutronenflusdichte oder des Siedeabstandes aus Druck und Temperatur.

(35) Redundanz

Die Redundanz ist das Vorhandensein von mehr funktionsbereiten technischen Mitteln, als zur Erfüllung der vorgesehenen Funktion notwendig ist.

Hinweis:

In dieser Regel wird die Forderung nach Redundanz als erfüllt angesehen, wenn gleichartige technische Mittel eingesetzt werden.

(36) Redundanzgruppe

Die Redundanzgruppe ist eine Zusammenfassung von Einrichtungen mit einer bestimmten Zuordnung unter Wahrung einer ausreichenden Unabhängigkeit zueinander redundanter Einrichtungen.

(37) Rückwirkungsfreiheit

Die Rückwirkungsfreiheit eines Geräts ist dessen Eigenschaft, das Eingangssignal des Geräts bei Störungen am Ausgang nicht unzulässig zu beeinflussen.

Hinweis:

Störungen können zum Beispiel Kurzschluß, Überspannung, Erdschluß, Unterbrechung sein.

(38) Schutzaktion

Die Schutzaktion ist die Betätigung oder der Betrieb von aktiven Sicherheitseinrichtungen, die zur Beeinflussung von Störfallabläufen und zur Minderung von Schadensauswirkungen erforderlich sind.

(39) Schutzaktion, eindeutig sicherheitsgerichtete

Die eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzaktion ist eine Schutzaktion, die bei Fehlauseilung keine andere Schutzaktion verhindern kann.

Hinweis:

Eine Reaktorschnellabschaltung ist in diesem Sinne eine eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzaktion.

(40) Schutzaktion, nicht eindeutig sicherheitsgerichtete

Die nicht eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzaktion ist eine Schutzaktion, die bei Fehlauseilung andere Schutzaktionen verhindern kann.

(41) Schutzbegrenzung

Die Schutzbegrenzung ist eine Einrichtung zur Auslösung von solchen Schutzaktionen, die die überwachte Sicherheitsvariable auf einen Wert zururckfuhrt, bei dem eine Fortführung des bestimmungsgemäßen Betriebs zulässig ist.

(42) Schutzteilaktion

Die Schutzteilaktion ist die Betätigung oder der Betrieb von einer oder mehreren zueinander redundanten Komponenten einer aktiven Sicherheitsteileneilung, die zur Beeinflussung von Störfallabläufen und zur Minderung von Schadensauswirkungen erforderlich sind.

(43) Schutzteilsystem

Das Schutzteilsystem ist der Teil des Reaktorschutzsystems, der zur Auslösung einer Schutzteileneilung benötigt wird.

Hinweis:

Ein Schutzteilsystem ist z. B. der Teil des Reaktorschutzsystems, der zum Einschalten einer von mehreren zueinander redundanten Pumpen benötigt wird.

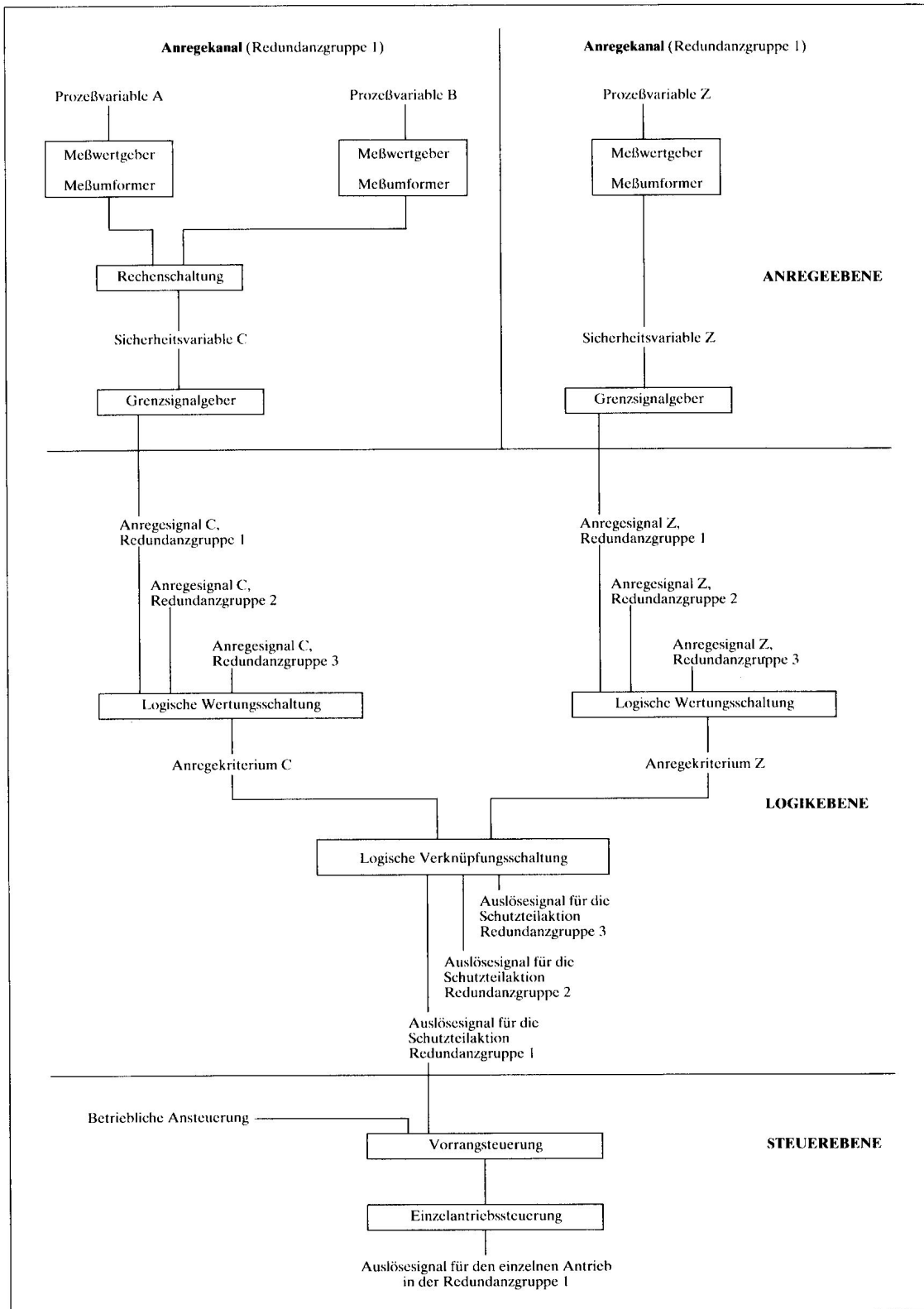


Bild 2-1: Beispielhafte Zuordnung von Begriffen zum funktionellen Aufbau des Reaktorschutzsystems

(44) Schutzüberbrückung

Die Schutzüberbrückung ist die Maßnahme, durch die eine Funktion des Reaktorschutzsystems in Abhängigkeit vom Betriebszustand geändert wird.

Hinweis:

Die Schutzüberbrückungen werden in der Logikebene oder in der Steuerebene vorgenommen. Beispiele für Schutzüberbrückungen sind: Steuerstabsausfahrverbote bei Nichtvorhandensein einer Mindestanzeige der Neutronenflußdichte im Anfahrbereich oder in den eingestellten Meßbereichen des linearen Mehrbereichskanals, Überbrückungen von Anregekriterien.

(45) Schutzuntersystem

Das Schutzuntersystem ist ein Teil des Reaktorschutzsystems, der aufgrund seiner Wirkungsweise eine Einheit bildet.

Hinweis:

Hierzu gehören z. B. Anregeebe, Logikebene, Steuerebene.

(46) Schutzvollaktion

Die Schutzvollaktion ist die Betätigung oder der Betrieb einer aktiven Sicherheitseinrichtung, die für sich allein die erforderliche sicherheitstechnische Aufgabe erfüllt.

Hinweis:

Hierzu gehört z. B. die Reaktorschnellabschaltung.

(47) Selbstüberwachung

Selbstüberwachung ist die Eigenschaft von Komponenten oder Systemen, ihre Ausfälle selbsttätig erkennbar zu machen.

(48) Sicherheitsabstand

Der Sicherheitsabstand ist die Differenz zwischen dem am Grenzsinalgeber eingestellten Grenzwert und dem bei der Störfallanalyse festgelegten Gefährdungsgrenzwert.

(49) Sicherheitseinrichtung, aktive

Die aktive Sicherheitseinrichtung ist eine technische Einrichtung des Sicherheitssystems, die Schutzaktionen ausführt.

Hinweis:

Aktive Sicherheitseinrichtungen sind z. B. : Einrichtungen zur Abschaltung des Reaktors, zur Nachwärmeabfuhr, zum Durchdringungsabschluß des Reaktorsicherheitsbehälters. Sicherheitseinrichtungen, die eine Schutzfunktion ohne Stellglieder oder ohne Aggregate ausüben, z. B. Kernkühlmitteleinschluß, Sicherheitsbehälter, Abschirmung, werden als passive Sicherheitseinrichtungen bezeichnet.

(50) Sicherheitssystem

Das Sicherheitssystem ist die Gesamtheit aller Einrichtungen einer Reaktoranlage, die die Aufgabe haben, die Anlage vor unzulässigen Beanspruchungen zu schützen und bei auftretenden Störfällen deren Auswirkungen auf das Betriebspersonal, die Anlage und die Umgebung in vorgegebenen Grenzen zu halten.

(51) Sicherheitsteleinrichtung

Die Sicherheitsteleinrichtung ist der Teil einer Sicherheitseinrichtung, der zur Verwirklichung einer Schutzteilaktion benötigt wird.

(52) Sicherheitsvariable

Die Sicherheitsvariable ist eine aus einer oder mehreren Prozeßvariablen gewonnene Größe, deren Wert die Sicherheit der Anlage kennzeichnet und die zur Auslösung von Schutzaktionen benötigt wird.

(53) Steuerebene

Die Steuerebene ist ein Schutzuntersystem, in dem Auslösesignale der Logikebene an die schaltungstechnischen Gegebenheiten der aktiven Sicherheitseinrichtungen angepaßt werden.

(54) Störfall

Ein Störfall ist ein Ereignisablauf, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage oder die Tätigkeit aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage ausgelegt ist oder für den bei der Tätigkeit vorsorglich Schutzvorkehrungen vorgesehen sind.

Hinweis:

Für Anlagen nach § 7 Atomgesetz ist unter "Störfall" ein Ereignisablauf zu verstehen, bei dessen Eintreten der Betrieb der Anlage aus sicherheitstechnischen Gründen nicht fortgeführt werden kann und für den die Anlage ausgelegt ist.

(55) Störung

Die Störung ist das Fehlverhalten eines Bauelements, einer Komponente oder eines Systems.

(56) Vergleicher

Der Vergleicher ist eine Einrichtung, die die Meßwerte zweier Sicherheits- oder Prozeßvariablen miteinander vergleicht und bei vorgegebener Abweichung ein Binärsignal ausgibt.

(57) Vorrangsteuerung

Die Vorrangsteuerung ist eine Steuereinrichtung, die den Vorrang eines Steuersignals vor einem oder mehreren anderen bewirkt.

(58) Wächter

Der Wächter ist eine binäre Meßeinrichtung, die aus einer Prozeßvariablen ohne Zwischenschaltung eines Grenzsinalgebers eine binäre Information ausgibt.

Hinweis:

Ein Beispiel für einen Wächter ist ein Druckwächter.

(59) Werkssachverständiger

Der Werkssachverständige ist ein vom Werk ernannter Fachmann, der von der Fertigung im herstellenden oder verarbeitenden Werk unabhängig ist.

(60) Zufallsausfall

Der Zufallsausfall ist ein Ausfall, dessen Eintreten statistisch unabhängig von Ausfällen anderer gleichartiger Einrichtungen ist.

(61) Zustandsbegrenzungen

Die Zustandsbegrenzung ist eine Einrichtung zur Begrenzung der Werte von Prozeßvariablen, um Ausgangszustände für zu berücksichtigende Störfälle einzuhalten.

Hinweis:

Hierunter fällt z. B. die Begrenzung der Reaktorleistung auf einen Wert, der als Ausgangszustand für die Analyse des Kühlmittelverluststörfalls zugrundegelegt wurde.

3 Ermittlung der Aufgabenstellung für das Reaktorschutzsystem

3.1 Grundsätzliche Anforderungen

Zur Ermittlung der Aufgaben, die das Reaktorschutzsystem zu erfüllen hat, ist eine Analyse der in Abschnitt 3.2 genann-

ten Ereignisabläufe der Anlage vorzunehmen. Die Analyse der Ereignisabläufe ist unter Anwendung rechnerischer Verfahren, experimenteller Methoden oder von Plausibilitätsbetrachtungen durchzuführen. Die für die Analyse getroffenen Annahmen müssen begründet werden. Das Ergebnis der Analyse muß alle für die Auslegung des Reaktorschutzsystems notwendigen Aussagen liefern. Bei dieser Analyse sind auch die Auswirkungen der Fehlauslösungen nach Abschnitt 4.4.4 zu beachten.

Hinweis:

Durch technische Maßnahmen außerhalb des Reaktorschutzsystems kann die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Ereignisabläufe so weit herabgesetzt werden, daß sie zur Auslegung des Reaktorschutzsystems und der aktiven Sicherheitseinrichtungen nicht herangezogen werden müssen.

3.2 Ereignisabläufe und ihre Auswirkungen

(1) Es sind Ereignisabläufe folgender Art in Betracht zu ziehen:

- a) Ereignisabläufe mit Freisetzung unzulässiger Wärmeenergie im Reaktor,
- b) Ereignisabläufe mit Beeinträchtigung der Wärmeabfuhr aus dem Reaktor,
- c) Ereignisabläufe mit Aktivitätsfreisetzung.

Hinweis:

Die unter a) bis c) aufgeführten Ereignisabläufe können zum Teil durch Einwirkungen von außen hervorgerufen werden. Dabei ist insbesondere das Vorwort zu den "Störfall-Leitlinien" zu beachten.

(2) Dabei sind die nachfolgend genannten Freisetzungen in ihrer Auswirkung nicht tolerierbar, wenn diese Freisetzungen über festgelegte Werte hinausgehen oder wenn sie mittelbar Ereignisabläufe mit gleichen Folgen auslösen können:

- a) Freisetzung von radioaktiven Stoffen oder Wärmeenergie aus den Brennelementen in das Kühlmittel,
- b) Freisetzung von radioaktiven Stoffen oder Wärmeenergie aus dem Kernkühlmitteleinschluß in das Reaktorgebäude
- c) Freisetzung von radioaktiven Stoffen aus dem Reaktorgebäude in die Umgebung
- d) Freisetzung toxischer, brennbarer oder explosibler Stoffe.

(3) Neben den Ereignisabläufen der genannten Art sind auch Störungen in Betracht zu ziehen, die die Funktionstüchtigkeit von aktiven Sicherheitseinrichtungen einschränken oder aufheben.

3.3 Ausgangszustand der Anlage

Als Ausgangszustand der Anlage ist bei den Analysen der Ereignisabläufe vom Normalbetrieb der Anlage auszugehen. Für jeden Ereignisablauf ist bezüglich der Auswirkungen des angenommenen Ereignisses zunächst vom wahrscheinlichsten Betriebszustand der Anlage auszugehen. Zusätzlich sind Analysen für ungünstige Ausgangszustände anzufertigen. Diese Ausgangszustände ergeben sich aus quasistationären Betriebszuständen zuzüglich möglicher Abweichungen der Meßwerte der Prozeßvariablen vom Sollwert überlagert durch eine quasistationäre Abweichung der Prozeßvariablen infolge eines einzelnen Zufallsausfalls innerhalb der Gesamtheit des Meß-, Steuer- oder Regelsystems, die Einfluß auf die entsprechenden Betriebsgrößen haben.

3.4 Erfassung der Störfälle

(1) Bei der Analyse der Ereignisabläufe müssen für die Störfallerfassung repräsentative Sicherheitsvariablen ausgewählt werden.

(2) Für jeden vom Reaktorschutzsystem zu beherrschenden Störfall sollen mindestens zwei physikalisch unterschiedliche Anregekriterien herangezogen werden (siehe Abschnitt 4.5.2 Absatz 1). Für jedes Anregekriterium ist eine eigene Analyse der Ereignisabläufe nach Abschnitt 3.1 durchzuführen.

(3) Der Ablauf der Schutzaktionen ist unter Berücksichtigung der Ansprechverzögerung und der Genauigkeit der Anregekanäle für das erste und zweite Anregekriterium zu analysieren und die Auswirkung auf den Ablauf der Störfälle ist aufzuzeigen.

(4) Bei Verwendung gemeinsamer Prozeßvariablen für Steuerung, Regelung und Reaktorschutz sind Analysen für Störungen in der Meßwerterfassung unter Berücksichtigung von Abschnitt 3.4 Absätze 1 und 2 durchzuführen.

Hinweis:

Bei diesen Analysen wird betrachtet, daß als Folge eines systematischen Ausfalls alle gleichartigen Geräte eines Fabrikats in den Signalkanälen gleichzeitig und gleichsinnig versagen.

Auf diese Analysen darf verzichtet werden, wenn bei Einsatz diversitärer Meßeinrichtungen für die Steuerung und Regelung einerseits und des Reaktorschutzsystems andererseits ein systematischer Ausfall dieser Meßeinrichtungen nicht unterstellt werden muß.

4 Auslegungsgrundlagen für das Reaktorschutzsystem

4.1 Grundsätzliche Anforderungen

(1) Es ist nachzuweisen, daß das Reaktorschutzsystem im Zusammenwirken mit aktiven und passiven Sicherheitseinrichtungen so ausgelegt, ausgeführt und betrieben wird, daß nichttolerierbare Auswirkungen der Störfälle verhindert werden. Dabei sind die unter Abschnitt 4.2 beschriebenen versagenauslösenden Ereignisse gleichzeitig mit dem Störfall, jedoch unabhängig vom Störfall zu unterstellen.

(2) Aus diesen versagenauslösenden Ereignissen resultierende Ausfälle sind nach Abschnitt 4.4 zu kombinieren, wenn sie nicht durch technische Maßnahmen ausgeschlossen werden können.

Hinweis:

Es ist zulässig, diesen Nachweis für die Gesamtheit aller Komponenten des Sicherheitssystems gemeinsam zu erbringen.

4.2 Versagenauslösende Ereignisse

4.2.1 Versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Reaktorschutzsystems

Es sind versagenauslösende Ereignisse innerhalb des Reaktorschutzsystems in Betracht zu ziehen, wie zum Beispiel

- a) Ausfälle durch Kurzschlüsse, Unterbrechungen, Erdschlüsse, Spannungs- und Frequenzänderungen, mechanisches Versagen oder Brände
- b) mehrere gleichzeitig oder kurzzeitig aufeinanderfolgende Ausfälle nach a die eine gemeinsame Ursache (z. B. Fertigungsfehler, Auslegungsfehler, Drift) im System selbst haben,
- c) Fehler bei Bedienung und Wartung des Reaktorschutzsystems durch das Personal.

4.2.2 Versagensauslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage

Es sind versagensauslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage im Rahmen des "Einzelfehlerkonzepts" in Betracht zu ziehen.

Hinweis:

Siehe "Interpretationen zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Einzelfehlerkonzept." Beispiele für versagensauslösende Ereignisse innerhalb der Reaktoranlage sind: Brand, Wassereinbruch, schlagende Rohrleitung, Bruchstücke einer versagenden Komponente, mechanische Strahlwirkung von Medien wie Dampf, Wasser, Flüssigmetall, Gas und Öl.

4.3 Auslegung gegen versagensauslösende Ereignisse außerhalb der Reaktoranlage

Gegen Ereignisse wie Überflutung, Blitz, Sturm und Erdbeben sind ausreichende Vorsorgemaßnahmen als getroffen nachzuweisen, so daß durch diese Ereignisse die Funktion des Reaktorschutzsystems nicht unzulässig beeinträchtigt wird.

4.4 Ausfallkombinationen

4.4.1 Grundannahmen

(1) Folgende Ausfälle sind zu betrachten :

- | | |
|--|----|
| a) Zufallsausfall | Z, |
| b) Systematischer Ausfall | S, |
| c) Folgeausfälle | F, |
| d) Instandhaltungsfall (Inspektion, Wartung, Instandsetzung) | I. |

(2) Es ist nachzuweisen, daß das Reaktorschutzsystem im Zusammenwirken mit aktiven und passiven Sicherheitseinrichtungen zusätzlich zum Störfall

- | | |
|--|----|
| a) einen Zufallsausfall | Z, |
| b) und einen systematischen Ausfall (soweit er nicht nach Absatz (5) ausgeschlossen werden kann) | S, |
| c) und Folgeausfälle | F |

beherrscht.

(3) Während des bestimmungsgemäßen Betriebs der Reaktoranlage ist die Ausfallkombination nach Bild 4- 1 bezüglich eintretender Störfälle zu beherrschen, wobei im Instandhaltungsfall (I) nicht angenommen werden muß, daß während einer Zeitspanne von 100 h der systematische Ausfall (S) und der Zufallsausfall (Z) gleichzeitig auftreten. Der Instandsetzungsfall beginnt mit der Erkennung des Ausfalls.

(4) Der Zufallsausfall und der Instandsetzungsfall sind in der Gesamtheit der Komponenten des Sicherheitssystems, die zur Beherrschung eines Störfalls notwendig sind, nur einmal anzunehmen.

(5) Die Auswirkungen systematischer Ausfälle im Reaktorschutzsystem sind zu analysieren. Abhängig vom Ergebnis der Analysen sind zusätzliche Maßnahmen zur Minderung der Eintrittswahrscheinlichkeit systematischer Ausfälle oder ihrer Auswirkungen zu treffen.

Hinweis:

Die Eintrittswahrscheinlichkeit systematischer Ausfälle kann zum Beispiel durch die Auswahl geeigneter Gerätesysteme, Prüfzyklen, Grenzbelastungsprüfungen so weit herabgesetzt werden, daß die systematischen Ausfälle in der Ausfallkombination nach

Abschnitt 4.4.1 Absatz (2) nicht mehr betrachtet zu werden brauchen. Die Minderung der Auswirkungen kann zusätzliche Maßnahmen außerhalb des Reaktorschutzsystems erfordern.

4.4.2 Schutzvollaktion

Die Auslösung der Schutzvollaktion muß bei den Grundannahmen nach Abschnitt 4.4.1 sichergestellt sein.

Hinweis:

Beispiele, die diese Forderungen erfüllen zeigen die Bilder 4-2 bis 4-7. Bild 4-2 zeigt den ungestörten Betrieb, die Bilder 4-3 bis 4-7 verschiedene Ausfallkombinationen. Es wird nur von Ausfällen ausgegangen, die die Sicherheit beeinträchtigen.

Unter Schutzvollaktionen werden nur eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzvollaktionen verstanden, z. B. die Reaktorschnellabschaltung.

4.4.3 Schutzteilaktionen

4.4.3.1 Eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzteilaktionen

Die Auslösung der eindeutig sicherheitsgerichteten Schutzteilaktionen muß bei den Grundannahmen nach Abschnitt 4.4.1 so sichergestellt sein, daß die aufgrund der angenommenen Ausfallkombinationen verbleibenden Schutzteilaktionen die erforderliche sicherheitstechnische Aufgabe erfüllen.

Hinweis:

Beispiele, die diese Forderungen erfüllen, zeigen die Bilder 4-8 bis 4-9. Es wird nur von Ausfällen ausgegangen, welche die Sicherheit beeinträchtigen.

4.4.3.2 Nicht eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzteilaktionen

Hinweis:

Unter den hier betrachteten Schutzteilaktionen werden solche verstanden, die bei Fehlauflösung andere Schutzaktionen verhindern können.

(1) Die Auslösung der nicht eindeutig sicherheitsgerichteten Schutzteilaktionen muß bei den Grundannahmen nach Abschnitt 4.4.1 so sichergestellt sein, daß die aufgrund der angenommenen Ausfallkombinationen verbleibenden Schutzteilaktionen die erforderliche sicherheitstechnische Aufgabe erfüllen.

(2) Bei Fehlauflösung nicht eindeutig sicherheitsgerichteter Schutzteilaktionen durch einen Zufallsausfall, muß auch während einer Instandhaltungsarbeit im Sicherheitssystem sichergestellt sein, daß durch die verbleibenden Schutzaktionen die erforderlichen sicherheitstechnischen Aufgaben des Sicherheitssystems erfüllt werden.

(3) Bezüglich der Fehlauflösungen nicht eindeutig sicherheitsgerichteter Schutzteilaktionen durch systematische Ausfälle sind die Forderungen von Abschnitt 4.4.1 Absatz 5 anzuwenden.

Hinweis:

Bei der Auslegung dieses Teils des Reaktorschutzsystems ist besonders auf auslösegerichtete Ausfälle zu achten, da Fehlauflösungen die Wirksamkeit des Sicherheitssystems in unzulässiger Weise vermindern können.

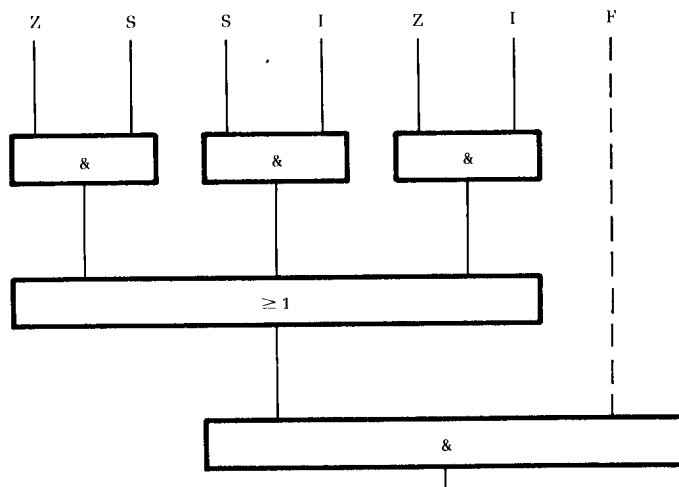


Bild 4-1: Anzuwendende Ausfallkombinationen

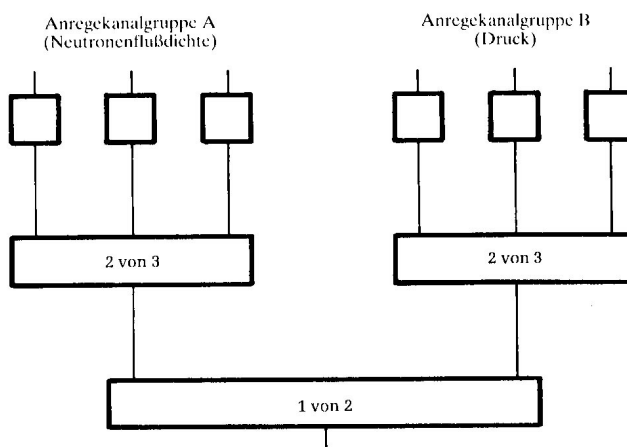


Bild 4-2: Für die Auslösung der Reaktorschnellabschaltung aufgrund von Reaktivitätsstörungen, bei denen zwei aus verschiedenartigen Prozeßvariablen, z. B. Neutronenflußdichte und Druck, abgeleitete Auslösekriterien vorhanden sind und Folgefehler im Bereich der Meßwerterfassung ausgeschlossen werden können, ist der hier prinzipiell dargestellte Schaltungsaufbau möglich.

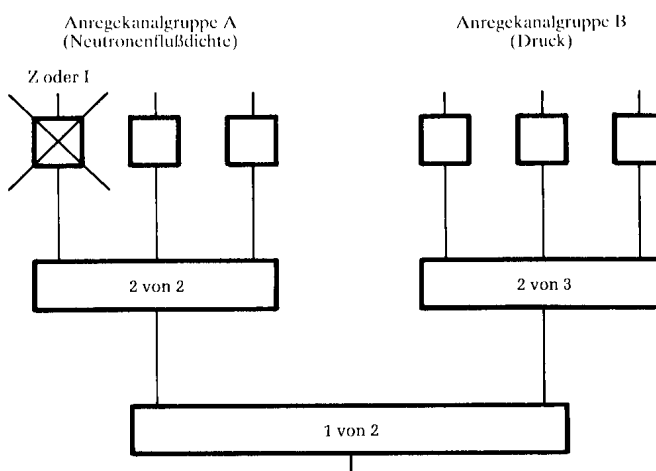


Bild 4-3: Durch Instandsetzung oder Ausfall eines Anregekanals durch einen einzelnen Zufallsausfall ist ein Anregekanal der Anregekanalgruppe A nicht funktionsfähig. Der Störfall wird mindestens durch Anregekanalgruppe A (2 von 2) und Anregekanalgruppe B (2 von 3) erfaßt.

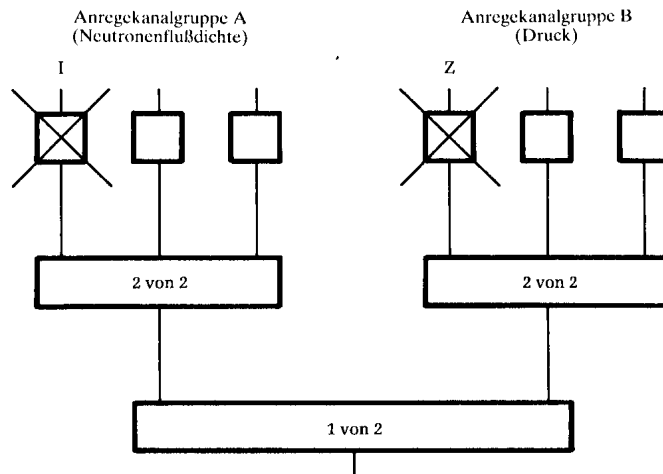


Bild 4-4: Während der Instandsetzung eines Anregekanals in Anregekanalgruppe A tritt ein Zufallsausfall in Anregekanalgruppe B auf. Der Störfall wird durch Anregekanalgruppe A (2 von 2) und Anregekanalgruppe B (2 von 2) erfaßt.

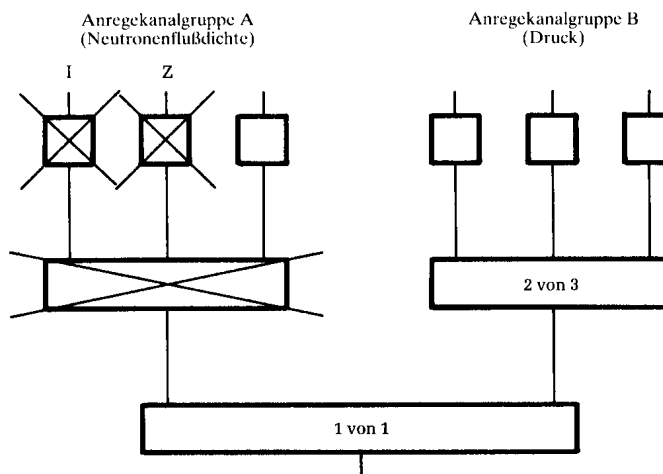


Bild 4-5: Während der Instandsetzung eines Anregekanals in Anregekanalgruppe A tritt ein Zufallsausfall in einem anderen Anregekanal der gleichen Anregekanalgruppe auf. Der Störfall wird durch Anregekanalgruppe B (2 von 3) erfaßt.

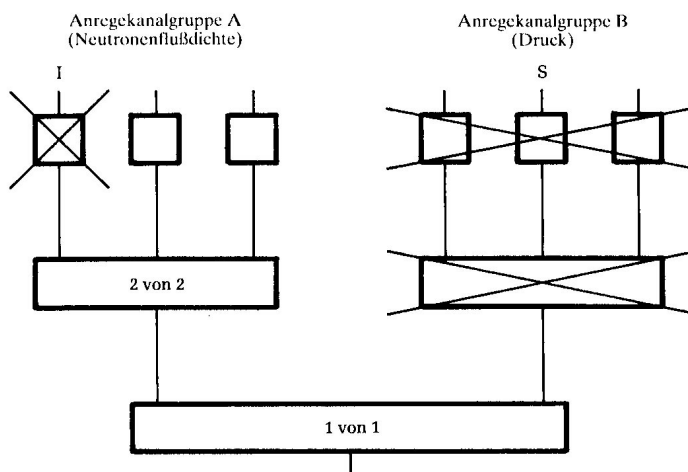


Bild 4-6: Während der Instandsetzung eines Anregekanals in Anregekanalgruppe A tritt ein systematischer Ausfall in Anregekanalgruppe B auf. Der Störfall wird durch Anregekanalgruppe A erfaßt.

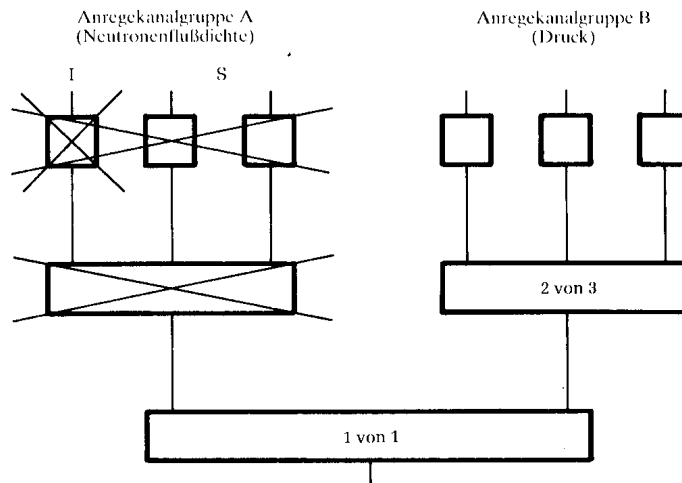


Bild 4-7: Während der Instandsetzung einer Anregekanals in Anregekanalgruppe A tritt ein systematischer Ausfall in der gleichen Anregekanalgruppe auf. Der Störfall wird durch Anregekanalgruppe B erfaßt.

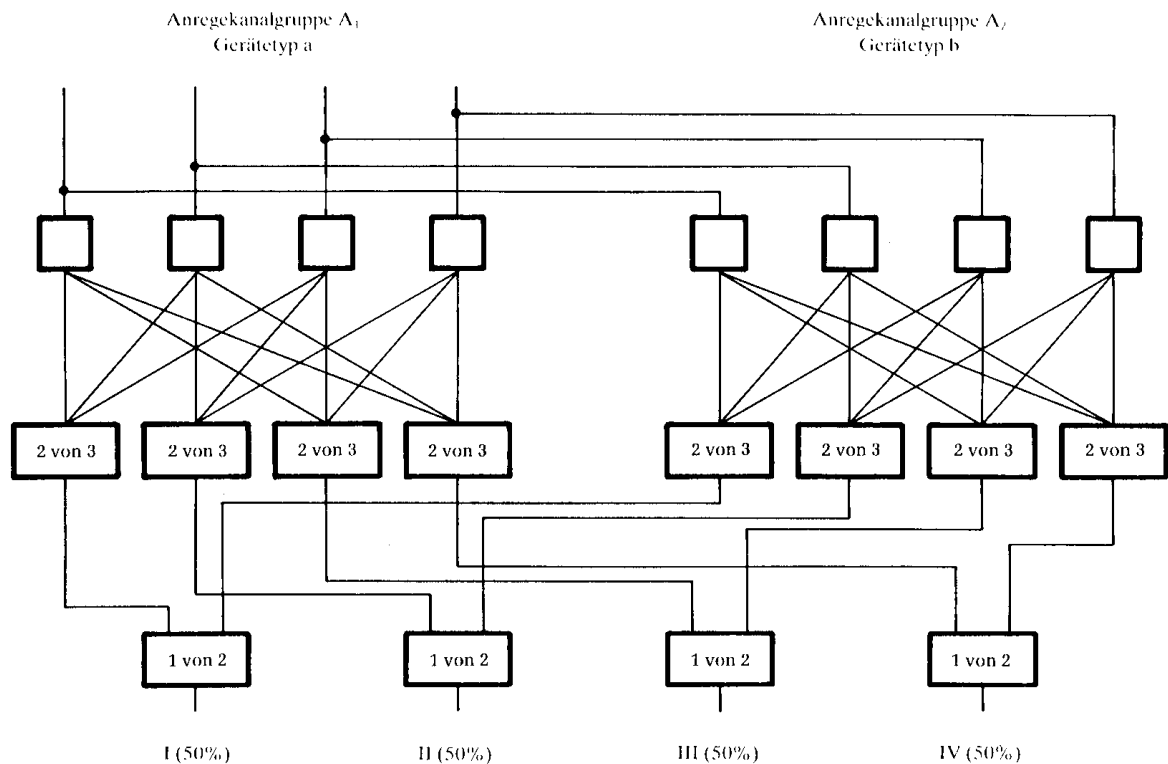


Bild 4-8: Für die Auslösung von 4 zueinander redundanten 50%-Sicherheitseinrichtungen bei einem Störfall, für dessen Erkennung nur eine einzige Sicherheitsvariable vorhanden ist, ist der hier dargestellte prinzipielle Schaltungsaufbau möglich, wenn Folgeausfälle im Bereich der Meßwerterfassung (z. B. Bruch einer Wirkdruckleitung) physikalisch möglich und nicht auslösegerichtet zu unterstellen sind. Die Geräte zur Meßwerterfassung bis einschließlich Meßumformer in den beiden Meßkanalgruppen sind diversitär (Gerätetyp a und Gerätetyp b).

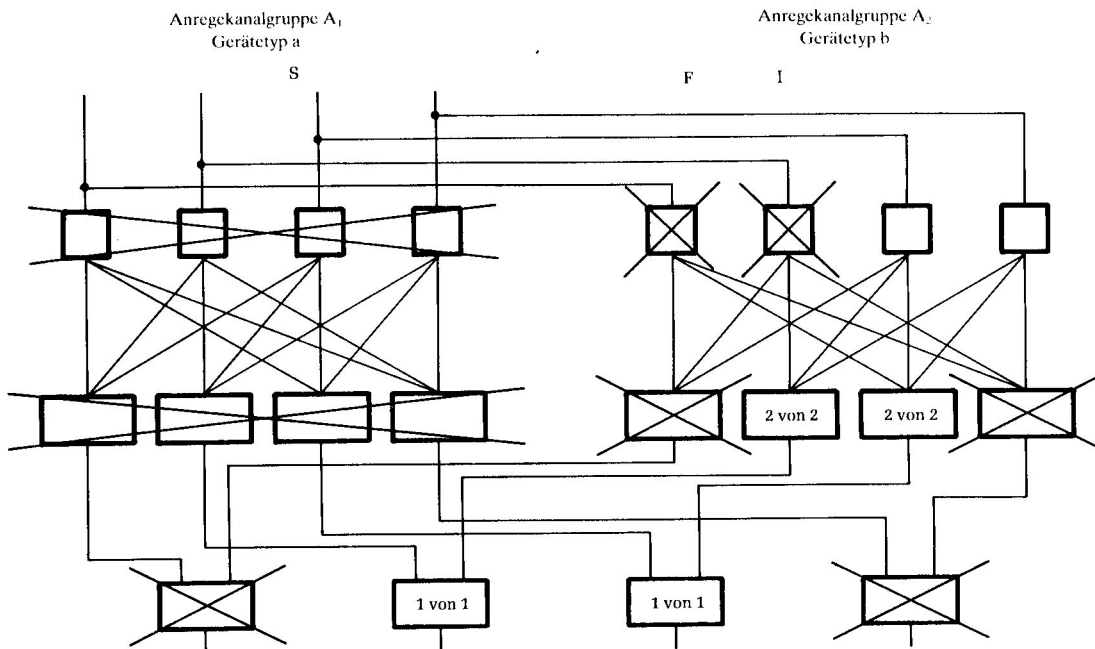


Bild 4-9: Bei ungünstigster Ausfallkombination kann aus dem System nach Bild 4-8 folgendes entstehen: Während der Instandsetzung eines Anregekanals in Anregekanalgruppe A tritt ein systematischer Geräteausfall im Gerätetyp a auf. Zusätzlich wird ein Anregekanal in der Anregekanalgruppe A₂ aufgrund eines Folgeausfalls funktionsunfähig. Der Störfall wird durch Auslösung von zwei 50%-Systemen ausreichend beherrscht.

4.4.4 Fehlauslösungen von Schutzaktionen

Fehlauslösungen von Schutzaktionen sind unter Einhaltung der Grundannahmen nach Abschnitt 4.4.1 zu verhindern, wenn sie zu einem Schaden führen können, der über die Auswirkungen der zu betrachtenden Störfälle hinausgeht. Auch während des Instandhaltungsfalls im Sicherheitssystem dürfen durch einen Zufallsausfall im Reaktorschutzsystem einschließlich Folgeausfällen keine Störfälle mit Schadensfolge herbeigeführt werden.

4.5 Anregung von Schutzaktionen

4.5.1 Festlegung der Sicherheitsvariablen

Eine Sicherheitsvariable soll aus nur einer Prozeßvariablen gebildet werden (siehe auch Abschnitt 5.5.1.2).

4.5.2 Festlegung der Anregekriterien

(1) Die Bildung der Anregekriterien für die Erfassung eines Störfalls soll aus verschiedenartigen Prozeßvariablen erfolgen.

Hinweis:

Dies dient zur Abdeckung von Unsicherheiten bei der Analyse des Störfallablaufs und zur Beherrschung von Ausfällen mit gemeinsamer Ursache in der Meßwerterfassung.

(2) Ist die Forderung nach Abschnitt 4.5.2 Absatz 1 nicht oder technisch nicht sinnvoll zu erfüllen, so müssen bei der Meßwerterfassung der Einsatz unterschiedlicher Meßverfahren, unterschiedlicher Meßgeräte in den entsprechenden Anregekanalgruppen sowie verkürzte Prüfzyklen oder gleichwertige Maßnahmen vorgesehen werden.

4.5.3 Automatisierungsgrad

Das Reaktorschutzsystem soll Schutzaktionen automatisch auslösen. Handmaßnahmen wie Auslösen, Unterbrechen oder Rückstellen von Schutzaktionen sind nur in begründeten Ausnahmefällen vorzusehen. Das Sicherheitssystem ist so auszulegen, daß notwendige von Hand auszulösende Schutzaktionen zur Beherrschung von Störfällen nicht vor Ablauf von 30 Minuten erforderlich werden.

Hinweis:

Bei der Auslösung von Schutzaktionen, die zur Beherrschung sehr seltener Ereignisse vorgesehen werden sind begründete Ausnahmen zulässig (z. B. Einwirkungen von außen während des Brennelementwechsels).

4.5.4 Protokollierung

Es sind die Anregesignale des Reaktorschutzsystems und weitere Meldungen aus den aktiven Sicherheitseinrichtungen in zeitlicher Reihenfolge zu dokumentieren. Diese Dokumentation soll in Form einer selbsttätigen Meldungsprotokollierung erfolgen, zum Beispiel mit Hilfe von Störschreibern oder Störfallprotokollen. Das Meldungsprotokoll darf auch andere, diesen Störfall nicht betreffende Signale beinhalten, soweit die Übersichtlichkeit nicht beeinträchtigt wird.

4.6 Redundanz und Unabhängigkeit

(1) Zur Beherrschung versagenauslösender Ereignisse innerhalb des Reaktorschutzsystems ist ein redundanter Aufbau des Reaktorschutzsystems vorzusehen.

(2) Redundanzgruppen müssen voneinander so unabhängig sein, daß bei Ausfall einer Redundanzgruppe durch ein versagenauslösendes Ereignis nach Abschnitt 4.2 die übrigen Redundanzgruppen zur Störfallbeherrschung ausreichen.

(3) An Verbindungsstellen zwischen mehreren Redundanzgruppen des Reaktorschutzsystems, wie sie zum Beispiel an Vergleichs-, Wertungs und Mittelwerteinheiten auftreten, ist die Unabhängigkeit von verschiedenen Redundanzgruppen durch Entkoppelung sicherzustellen. Die Entkoppelungsglieder müssen die Redundanzgruppen gegeneinander rückwirkungsfrei abgrenzen.

(4) Zum Schutz gegen versagensauslösende Ereignisse innerhalb des Reaktorschutzsystems und innerhalb der Reaktoranlage sollen zueinander redundante Komponenten räumlich getrennt angeordnet werden. Räumliche Trennung ist nicht erforderlich wenn diese Ereignisse die Auslösung von Schutzaktionen nicht verhindern und nur zur Auslösung eindeutig sicherheitsgerichteter Schutzaktionen führen können.

4.7 Trennung des Reaktorschutzsystems von anderen Systemen

(1) Komponenten des Reaktorschutzsystems dürfen für Aufgaben des Betriebssystems eingesetzt werden.

(2) Das Reaktorschutzsystem muß von Betriebssystemen so unabhängig sein, daß bei bestimmungsgemäßem Betrieb und bei versagensauslösenden Ereignissen in Betriebssystemen die Funktion des Reaktorschutzsystems erhalten bleibt.

(3) Werden Signale des Reaktorschutzsystems für die Meßwertverarbeitung außerhalb des Reaktorschutzsystems benutzt, zum Beispiel Signale zu Schreibern, Anzeigegeräten, so müssen diese Signale rückwirkungsfrei ausgekoppelt werden.

(4) Bei Verwendung gemeinsamer Meßeinrichtungen für Steuerung, Regelung und Reaktorschutz ist der Nachweis zu führen, daß der Ausfall dieser Meßeinrichtungen entweder nicht zu Störfällen führt oder daß diese nach den Abschnitten 3.4 Absätze 1 und 2, Abschnitte 4.5.1 und 4.5.2 erfaßt werden.

(5) Die Ansteuerung von aktiven Sicherheitseinrichtungen durch das Reaktorschutzsystem muß so ausgelegt werden, daß das Signal für die Auslösung der Schutzaktionen Vorrang vor betrieblichen Steuersignalen hat, soweit dies in Abschnitt 6 nicht anders geregelt ist.

(6) Das Reaktorschutzsystem muß gegen in Betracht zu ziehende Überspannungen ausgelegt oder entkoppelt werden. Die Entkoppelungsglieder sollen für eine Gleich- und Wechselspannung von 220 V ausgelegt werden. Es sind die anlagenbedingten Spannungstoleranzen zu berücksichtigen.

4.8 Betrieb des Reaktorschutzsystems bei Instandhaltungsarbeiten

(1) Wenn bei Instandhaltungsarbeiten am Reaktorschutzsystem der noch wirksame Teil des Sicherheitssystems bei einem zusätzlich unterstellten Zufallsausfall einschließlich Folgeausfällen seine sicherheitstechnische Aufgabe nicht mehr erfüllen kann, ist die Reaktoranlage unverzüglich in einen sicheren Zustand zu überführen.

Hinweis:

Das Überführen in einen sicheren Zustand kann z. B. durch unverzügliche Instandsetzung oder Abfahren der Reaktoranlage erfolgen. Einer unverzüglichen Instandsetzung ist dann der Vorzug zu geben, wenn die Instandsetzung schneller abgeschlossen werden kann als das Abfahren.

(2) Für den Betrieb der Reaktoranlage bei Instandhaltungsarbeiten im Betriebssystem, wie zum Beispiel Instandsetzung

einer Hauptkühlmittelpumpe, kann eine Anpassung des Reaktorschutzsystems erforderlich sein. Wird diese von Hand vorgesehen, so muß sie an fest vorgegebenen Eingriffsstellen durchgeführt werden können.

(3) Nach einer Umschaltung ist zu prüfen, ob diese einwandfrei durchgeführt wurde.

(4) Für die schnelle und richtige Ausfallortung und Instandsetzung müssen vollständige Geräte- und Schaltungsunterlagen vorliegen.

(5) Die Instandhaltungsarbeiten müssen von dem für diese Arbeiten befugten Personal durchgeführt werden.

(6) Zur Instandsetzung dürfen nur Ersatzteile eingesetzt werden, die betriebsbewährt sind oder in ihrer Qualität nachweislich den bei der Typprüfung gestellten Anforderungen entsprechen. Werden in Ausnahmefällen neuartige oder geänderte Bausteine eingesetzt, so sind Prüfungen nach Abschnitt 11.1.1.2 durchzuführen.

(7) Die bei Instandhaltungsarbeiten festgestellten Ausfälle, ihre Ursachen und die Art der Instandsetzung sind zu dokumentieren.

4.9 Abstimmung zwischen dem Reaktorschutzsystem und den aktiven Sicherheitseinrichtungen

(1) Das Reaktorschutzsystem ist so auszulegen, daß es die Unverfügbarkeit des Sicherheitssystems nicht bestimmt.

(2) Das Reaktorschutzsystem ist so aufzubauen, daß die in den aktiven Sicherheitseinrichtungen durch Aufteilung in sicherheitstechnisch wichtige Teilsysteme vorgegebene Redundanz gewahrt bleibt.

Hinweis:

Eine gemeinsame Meßwerterfassung zur Ansteuerung redundanter aktiver Sicherheitseinrichtungen ist zulässig, wenn die Forderungen nach Abschnitt 4.4 erfüllt werden.

(3) Durch die verfahrenstechnische Auslegung der Reaktoranlage sollen nicht eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzaktionen vermieden werden. Erforderliche nicht eindeutig sicherheitsgerichtete Schutzaktionen sind zu begründen.

4.10 Überwachung auf Funktionsbereitschaft und Prüfbarkeit

4.10.1 Überwachung auf Funktionsbereitschaft

(1) Es ist eine Informationsdarstellung vorzusehen, die einen Überblick über den Zustand der Komponenten des Reaktorschutzsystems und der aktiven Sicherheitseinrichtungen einschließlich ihrer Energie und Hilfsmedienversorgung gibt.

(2) Das Reaktorschutzsystem soll selbstüberwachend ausgelegt werden.

Hinweis:

Mittel zur Selbstüberwachung sind z. B. Signalvergleich zwischen redundanten Kanälen, Antivalenzüberwachung, dynamisch arbeitende Systeme.

Nicht selbstüberwachende Teile des Reaktorschutzsystems müssen Einrichtungen haben, die eine regelmäßige und lückenlose Überprüfung in Abschaltphasen und, soweit aus Zuverlässigkeitsgründen erforderlich, auch während des Normalbetriebs ermöglichen.

(3) Erkannte Ausfälle im Reaktorschutzsystem müssen eindeutig lokalisierbar sein.

Hinweis:

Mittel zur Lokalisierung sind z. B. optische Meldungen in der Warte, an Schrankreihen, Schränken und Einschüben (siehe Abschnitt 10).

4.10.2 Prüfbarkeit des Reaktorschutzsystems

(1) Das Reaktorschutzsystem muß so ausgelegt sein, daß während des bestimmungsgemäßen Betriebs Prüfungen ohne eine unzulässige Minderung der Sicherheit der Anlage durchgeführt werden können. Die Unabhängigkeit von Redundanzgruppen muß bei der Prüfung erhalten bleiben. Eine gleichzeitige Prüfung redundanter Teilsysteme ist zu verhindern, wenn dadurch die Funktionsfähigkeit des Reaktorschutzsystems beeinträchtigt wird.

Hinweis:

Zur Erreichung dieses Zieles sind administrative Maßnahmen zulässig.

(2) Das Reaktorschutzsystem muß so ausgelegt sein, daß sowohl das Abweichen von den der Auslegung zugrunde gelegten Toleranzwerten der Einzelgeräte und Baugruppen, als auch die einwandfreie Funktion der Untersysteme und des gesamten Reaktorschutzsystems im Rahmen einer vorbetrieblichen Prüfung und während der Abschaltpause der Anlage lückenlos überprüft werden können.

(3) Während des Leistungsbetriebs der Reaktoranlage sollen Prüfungen durchgeführt werden können, die es gestatten, ohne Eingriff in die Verdrahtung, die einwandfreie Funktion der Untersysteme festzustellen. Durch die Prüfung der Untersysteme muß die einwandfreie Funktion des gesamten Reaktorschutzsystems nachgewiesen werden können. Teilprüfungen müssen überlappend durchführbar sein.

Hinweis:

Zur Erfüllung dieser Forderung sind im Reaktorschutzsystem Einrichtungen vorzusehen, die es ermöglichen, sowohl simulierte Signale aufzuschalten (Prüfbuchsen oder Testschalter und ähnliches) als auch den Erfolg der Prüfungen festzustellen (durch Anzeige von Zustandsmeldungen oder von kontinuierlichen Meßgrößen).

(4) Das Reaktorschutzsystem soll so ausgelegt und betrieben werden, daß Funktionsprüfungen von zentralen Prüfstellen (z. B. von Prüftafeln) durchführbar sind.

(5) Werden zur Prüfung der Funktionsfähigkeit des Reaktorschutzsystems automatische Prüfeinrichtungen eingesetzt (festverdrahtete oder frei programmierbare Prüfeinrichtungen), so sollen die folgenden Bedingungen eingehalten werden:

- a) Die Prüfergebnisse sollen automatisch protokolliert werden.
- b) Die Prüfprotokolle sollen den Prüfablauf und ein Fehlerprotokoll enthalten.
- c) Die Prüfeinrichtungen sollen die richtige Ankopplung an die zu prüfenden Einrichtungen überprüfen
- d) Die Prüfeinrichtungen sollen nach der Verbindung mit den zu prüfenden Einrichtungen und dem Start des Prüfungsvorgangs die Prüfung selbsttätig durchzuführen.
- e) Die Qualität automatischer Prüfungen muß mindestens der Qualität vergleichbarer Handprüfungen entsprechen.

4.11 Schutzbegrenzungen

(1) Eine Schutzbegrenzung ist zulässig, wenn sich aus der Analyse der Ereignisabläufe wegen geringer möglicher Scha-

densauswirkungen eine Begrenzung als ausreichende Maßnahme ergibt.

(2) Schutzbegrenzungen sind mit Ausnahme der Forderungen nach zwei Anregekriterien nach dieser Regel auszulegen.

(3) Für den lokalen Schutz des Kerns gilt: Wird der durch die Schutzbegrenzung ausgelösten Schutzaktion eine weitere Schutzaktion überlagert, die den Störfall bei einer höheren noch zulässigen Schadensgrenze beherrscht, braucht eine mehrfache Erfassung der gleichen Prozeßvariablen am selben Ort für die Schutzbegrenzung nicht zu erfolgen.

4.12 Funktionsgruppensteuerungen des Reaktorschutzsystems

(1) Werden Funktionsgruppensteuerungen im Reaktorschutzsystem eingesetzt, sind sie so auszulegen, daß die verfahrenstechnisch erforderliche Schrittfolge unter Berücksichtigung der Schalt- und Hochlaufzeiten der aktiven Sicherheitseinrichtungen eingehalten wird.

(2) Funktionsgruppensteuerungen des Reaktorschutzsystems sollen nicht für betriebliche Aufgaben eingesetzt werden. Ein betrieblicher Einsatz ist zulässig, wenn die betriebliche Funktion mit der sicherheitstechnischen Funktion identisch ist.

(3) Für voneinander getrennte verfahrenstechnische Systeme des Sicherheitssystems sollen getrennte Funktionsgruppensteuerungen des Reaktorschutzsystems vorgesehen werden. Dies gilt zum Beispiel für die Hochdruck- und Niederdruck-Notkühlssysteme.

4.13 Ermittlung der Grenzwerte zur Auslösung von Schutzaktionen

(1) Die Grenzwerte sind durch Analysen zu ermitteln, bei denen betrieblich bedingte Transienten, die Dynamik der Störfälle, die Meßfehler und die Ansprechverzögerung des Reaktorschutzsystems und der betroffenen aktiven Sicherheitseinrichtungen zu betrachten sind.

(2) Die Grenzwerte sind unter Angabe des Sicherheitsabstands festzulegen.

4.14 Handeingriffe

(1) Fehlern durch Irrtümer und Fahrlässigkeit bei notwendigen Handeingriffen zur Bedienung und Instandhaltung des Reaktorschutzsystems ist

- a) vorzugsweise durch schaltungstechnische Maßnahmen bei der Systemauslegung,
- b) durch Meldeeinrichtungen des Sicherheitssystems,
- c) durch administrative Anweisungen für Bedienung und Instandhaltung

vorzubeugen.

Hinweis:

Hierzu geeignete Maßnahmen sind z. B. :

- a) redundanter Aufbau des Reaktorschutzsystems,
- b) Entkopplung des Reaktorschutzsystems vom Betriebssystem,
- c) Vorrang von Reaktorschutzsignalen vor Prüfsignalen,
- d) Verriegelungen zur Verhinderung der gleichzeitigen Prüfung von redundanten Einrichtungen,
- e) Einsatz von selbstüberwachenden Systemen,
- f) Einbau von Prüfeinrichtungen,

- g) Minimierung von nicht mit Prüfeinrichtungen durchzuführenden Vor-Ort-Prüfungen durch die Systemauslegung,
- h) eindeutige System- und Komponentenkennzeichnung,
- i) Zustandsmeldung von aktiven Komponenten des Sicherheitssystems,
- j) Überwachung analoger Meßkanäle durch Vergleiche,
- k) Meldeeinrichtungen zur Ausfallerkennung und Ausfalllokalisierung,
- l) Einstecküberwachung von elektrischen Baugruppen,
- m) Sicherung der Betriebsstellung von Komponenten durch Verplombung oder sonstige mechanische Einrichtungen,
- n) eindeutige Festlegungen für die Bedienung des Reaktorschutzsystems,
- o) Durchführung von Instandhaltungsarbeiten im Reaktorschutzsystem durch fachkundiges Personal nach schriftlichen Anweisungen,
- p) Kontrolle der ordnungsgemäßen Durchführung von Instandhaltungsarbeiten und deren Dokumentation,
- q) Übersichtliche Anordnung der Komponenten des Sicherheitssystems.

(2) Handeingriffe in das Reaktorschutzsystem durch Unbefugte sind

- a) vorzugsweise durch technische Maßnahmen,
- b) durch administrative Maßnahmen

zu erschweren.

Hinweis:

Hierzu geeignete Maßnahmen sind z. B.:

- a) räumliche Trennung redundanter Komponenten,
- b) überwachte Zutrittsbarrieren zu Gebäuden, Räumen und Schränken,
- c) administrative Regelung der Berechtigung und Kontrolle des Zutritts zu Komponenten des Reaktorschutzsystems.

(3) Maßnahmen zur Erschwerung von Handeingriffen sind so zu gestalten, daß die notwendige Bedienung und Instandhaltung durch befugtes Personal nicht unvertretbar behindert wird.

5 Aufbau von Reaktorschutzsystemen

5.1 Gerätequalität

5.1.1 Eignungsnachweis für betriebsbewährte Geräte

(1) Es sollen betriebsbewährte Geräte und Komponenten eingesetzt werden.

(2) Die Betriebsbewährung ist durch statistische Auswertung von Betriebsaufzeichnungen auf der Grundlage der im Datenblatt festgelegten betrieblichen Eigenschaften und der Einsatzbedingungen nachzuweisen.

(3) Ergänzende Prüfungen zur Betriebsbewährung sind nach Abschnitt 11.1.1.1 durchzuführen, wenn die Einsatzbedingungen über die im Datenblatt festgelegten betrieblichen Eigenschaften hinausgehen oder durch die Betriebsbewährung nicht erfaßt werden. Bestimmte Eigenschaften der Geräte dürfen in Abstimmung mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) analytisch nachgewiesen werden.

5.1.2 Eignungsnachweis für neuentwickelte oder modifizierte Geräte

Für neu entwickelte oder modifizierte Geräte sind Prüfungen nach Abschnitt 11.1.1.2 durchzuführen.

5.1.3 Qualitätsplanung bei der Schaltungsauslegung neuentwickelter oder modifizierter Geräte

(1) Das Schaltungskonzept muß einfach, übersichtlich und zweckentsprechend sein.

(2) Es sollen bewährte und zuverlässige Bauteile und Schaltungen vorgesehen werden, Betriebserfahrungen sind zu beachten.

(3) Das Gerät muß so ausgelegt sein, daß eine Prüfung der Gerätefunktion ohne Eingriff in die Verdrahtung möglich ist.

(4) Das Gerät muß für die nach Abschnitt 5.2 genannten Umgebungseinflüsse ausgelegt sein.

(5) Die Geräte müssen bezüglich der statischen und dynamischen Eigenschaften den Anforderungen des Reaktorschutzsystems genügen.

Hinweis:

Dies betrifft z. B. Stabilität, Genauigkeit, Nutz-Störsignalverhältnis, Drift, Hysterese, Einstellzeit, Reproduzierbarkeit.

5.1.4 Zuverlässigkeit und Qualitätsprüfung

(1) Es sind Angaben über die Zuverlässigkeit der Gerätetypen zu machen, zum Beispiel durch statistische Methoden, Ausfalleffektanalysen, Grenzbelastungsprüfungen oder durch Auswertung von Betriebserfahrungen.

(2) Die geforderte Gerätequalität von Fertigungsserien ist im Rahmen der Werksprüfungen an einer repräsentativen Stichprobe unter Betriebs- und Grenzbelastungen zu überprüfen.

(3) Das Qualitätssicherungssystem zur Sicherstellung der Gerätequalität ist nachzuweisen.

Hinweis:

Anforderungen an das Qualitätssicherungssystem sind in KTA 1401 geregelt.

5.2 Umgebungseinflüsse

5.2.1 Beanspruchungen bei bestimmungsgemäßigem Betrieb

(1) Alle Komponenten des Reaktorschutzsystems, zum Beispiel Meßwertgeber, Meßumformer, Verkabelung, Durchführungen, müssen den am Einbauort oder Aufstellort vorliegenden Umgebungs- und Einsatzbedingungen genügen. Insbesondere darf die Funktion nicht unzulässig beeinträchtigt werden durch:

- a) mechanische Beanspruchungen (z. B. Vibration),
- b) Einflüsse des Meßmediums,
- c) Temperatur, Druck, Feuchtigkeit und Strahlung,
- d) chemische Einflüsse.

Hinweis:

Bei Widerstandsthermometern z. B. dürfen Eigenerwärmung durch den Meßstrom sowie Erwärmung durch Strahlungsabsorption nicht zu unzulässigen Meßfehlern führen. Bei Thermoelementen z. B. dürfen nachfolgend genannte Einflüsse nicht zu unzulässigen Meßfehlern führen:

- Strukturveränderung des Hüllrohres durch Neutronenstrahlung.
- Veränderung des keramischen Isoliermaterials durch Neutronen- und Gammastrahlung,
- Strukturveränderung der Thermoelement-Schenkel durch thermische Neutronen,
- Aufheizung des Thermoelements durch Gamma- und Temperaturstrahlung.

(2) Anregekanäle müssen so ausgeführt werden, daß galvanisch, induktiv oder kapazitiv eingekoppelte Störspannungen die Auslösung der Schutzaktionen nicht unwirksam machen oder keine Fehlauflösungen verursachen.

Hinweis:

Geeignete Maßnahmen gegen galvanische Einkopplung von Störspannungen sind z. B.: Einpunkterdung (vom Gehäuse isolierte Meßwertgeber oder Meßumformer mit galvanischer Trennung), getrennte Stromversorgung.

Geeignete Maßnahmen gegen induktive Einkopplung von Störspannungen sind z.B.: Verdrehen der Leitungen, magnetische Abschirmung durch Verlegen der Meßleitungen in Stahlpanzerrohren, elektrische Abschirmung durch Verlegung der Meßleitungen in leitfähigen Rohren, ausreichender Abstand der Meßleitungen von beeinflussenden anderen Leitungen (Starkstromleitungen).

Geeignete Maßnahmen gegen kapazitive Einkopplung von Störspannungen sind z. B.: Elektrische Abschirmung, Verlegung von Meßleitungen in leitfähigen Rohren, Verwendung von Koaxial- oder Triaxialkabeln bei kleinen Meßströmen.

5.2.2 Beanspruchungen bei Leckratenprüfungen des Reaktorsicherheitsbehälters

Die im Sicherheitsbehälter montierten Geräte, Leitungen und Leitungsverbindungen sollen den bei Leckratenprüfungen auftretenden Beanspruchungen gewachsen sein. Ist dies in Ausnahmefällen nicht möglich, sind sie vor den Leckratenprüfungen auszubauen oder vor den Beanspruchungen durch die Leckratenprüfungen zu schützen. Danach sind wiederkehrende Prüfungen nach KTA 3506 erforderlich.

5.2.3 Beanspruchungen bei Störfällen

(1) Teile des Reaktorschutzsystems, die Störfälle überdauern müssen, weil sie auch nach Eintritt von Störfällen, zum Beispiel zur Nachwärmeabfuhr, gebraucht werden, müssen so ausgelegt und aufgebaut sein, daß die Komponenten (Meßwertgeber, Bestandteile des Signal- und Versorgungsweges einschließlich Kabel- und Durchführungen) den auftretenden Bedingungen bei den Störfällen und ihren Auswirkungen widerstehen und die zu messenden Größen kontinuierlich über den gesamten Auslegungsbereich erfaßt werden.

Hinweis:

Es dürfen z. B. die bei den Störfällen auftretenden Temperaturen und Drücke, Wasserdampf oder Wasser an elektrischen Durchführungen, Geräten und Verteilerkästen sowie die bei den Störfalltemperaturen an Materialübergängen entstehenden Thermospannungen nicht zu unzulässigen Funktionsbeeinflussungen führen.

(2) Teile des Reaktorschutzsystems, die nur bei Eintritt von Störfällen die erforderlichen Schutzaktionen auslösen müssen und danach funktionsunfähig sein dürfen, müssen nachweislich so ausgelegt sein, daß die Komponenten bis nach Auslösung der erforderlichen Schutzaktion den auftretenden Störfallbedingungen, zum Beispiel Strahlung, Temperatur, Druck und Feuchtigkeit, gewachsen sind und durch ihren Ausfall die übrigen zur Störfallbeherrschung erforderlichen Komponenten des Reaktorschutzsystems nicht unzulässig beeinflussen.

5.3 Räumliche Anordnung, Trennung zueinander redundanter Einrichtungen

5.3.1 Gesamtsystem

(1) Zueinander redundante Einrichtungen des Reaktorschutzsystems sind so zu gruppieren und in genügendem Abstand voneinander aufzustellen, daß ein einzelnes versagensauslösendes Ereignis nach Abschnitt 4.2 nicht zum Ausfall einer unzulässigen Anzahl redundanter Einrichtungen führen kann.

(2) Ist eine räumliche Trennung nicht möglich, so muß ein ausreichender mechanischer Schutz vorgesehen werden, zum Beispiel Abmauern, Verbunkern. Ein mechanischer Schutz oder die Unterbringung in getrennten Schränken ist nicht erforderlich, wenn eine Beschädigung die Auslösung von Schutzaktionen nicht verhindern und nur zur Fehlauflösung eindeutig sicherheitsgerichteter Schutzaktionen führen kann.

5.3.2 Kabel

(1) Kabel zueinander redundanter Einrichtungen des Reaktorschutzsystems sind nach Abschnitt 5.3.1 räumlich getrennt oder gegeneinander geschützt zu verlegen.

(2) Signale zueinander redundanter Einrichtungen dürfen nicht in einem Kabel, einem örtlichen Kabelverteiler und einer Kabeldurchführung geführt werden.

(3) Eine ungeschützte Verlegung von Kabeln des Reaktorschutzsystems ist nur zulässig, wenn unbeabsichtigte mechanische Beschädigungen während des bestimmungsgemäßen Betriebs ausgeschlossen sind. In allen anderen Fällen sind die Kabel mechanisch zu schützen, zum Beispiel durch Schutzrohre oder Stahlblechabdeckung.

(4) Kabel des Reaktorschutzsystems sind von den sie gefährdenden Komponenten, zum Beispiel Rohrleitungen, getrennt zu verlegen oder mechanisch zu schützen.

(5) Kabel zur Signalübertragung und Kabel zur Stromversorgung von zueinander redundanten Meß- und Steuereinrichtungen des Reaktorschutzsystems sollen ohne Einschleifungen über einen zentralen Rangierverteiler zu den signalverarbeitenden Baugruppen geführt werden.

5.3.3 Wirkdruckleitungen

(1) Für Wirkdruckleitungen gelten die Anforderungen nach Abschnitt 5.3.1.

(2) Für redundante Meßanordnungen an einem Meßort, zum Beispiel bei einem gemeinsamen Drosselgerät, sollen getrennte Entnahmestutzen vorgesehen werden. Gemeinsame Entnahmestutzen sind zugelassen, wenn die Anforderungen nach Abschnitt 4.4 erfüllt werden.

(3) Ein unbeabsichtigtes Schließen von Absperrarmaturen in Wirkdruckleitungen ist zu verhindern, zum Beispiel sind Handräder abzuziehen. Automatische Absperrungen sollen nicht eingebaut werden.

5.4 Mechanischer Aufbau

5.4.1 Anschlüsse und Verbindungen

(1) Schraub- und Steckanschlüsse sind so zu sichern, daß eine Selbstauftrennung nicht möglich ist, oder der aufgetrennte Zustand selbsttätig gemeldet wird.

(2) Zwischen den Anschlüssen verschiedener Einrichtungen der gleichen Redundanzgruppe ist ein so großer Zwischenraum vorzusehen, daß die ungewollte Überbrückung einer Auslösung oder eine Fehlauflösung verhindert wird, oder es sind gleichwertige Maßnahmen zu treffen.

5.4.2 Kennzeichnung

- (1) Geräte des Reaktorschutzsystems sind deutlich und eindeutig zu kennzeichnen.
- (2) Kabel des Reaktorschutzsystems sind an beiden Enden deutlich und eindeutig zu kennzeichnen.
- (3) Bei Bausteinsystemen sind die Plätze und die zugeordneten Bausteine deutlich und eindeutig zu kennzeichnen.

5.4.3 Justier- und Einstellvorrichtungen

- (1) Bei Geräten, die während des Betriebs nachjustiert werden müssen, sind fest eingebaute Einstellmöglichkeiten vorzusehen.
- (2) Alle Einstellvorrichtungen an Geräten des Reaktorschutzsystems sind so anzuordnen oder abzusichern, daß eine Verstellung durch Unbefugte so weitgehend wie möglich erschwert wird. Eine selbsttätige Verstellung, zum Beispiel durch Erschütterungen, muß ausgeschlossen sein.

5.4.4 Instandhaltung

- (1) Die Geräte des Reaktorschutzsystems sollen so angeordnet werden, daß sie für Instandhaltungsarbeiten leicht zugänglich sind.
- (2) Zur Erleichterung und Beschleunigung von Instandhaltungsarbeiten sowie zur Verringerung der Strahlenbelastung des Instandhaltungspersonals sollen Systeme mit leicht austauschbaren Geräten eingesetzt werden.

Hinweis:

Z. B. soll der elektrische Anschluß von vor Ort befindlichen Geräten über Steckvorrichtungen vorgesehen werden.

5.5 Aufbau von Schutzuntersystemen

5.5.1 Anregekanäle

5.5.1.1 Meßsignalvergleich

Für Anregekanäle sollen Meßgeräte eingesetzt werden, bei denen ein kontinuierlicher Meßsignalvergleich möglich ist.

5.5.1.2 Analoge Anregekanäle

Die Sicherheitsvariable soll eine stetige Abhängigkeit von den Prozeßvariablen aufweisen. Ist eine direkte Messung der Sicherheitsvariablen nicht möglich, zum Beispiel DNB-Verhältnis, oder ist der Einsatz eines direkten Meßverfahrens technisch nicht sinnvoll, so dürfen Rechenschaltungen eingesetzt werden, zum Beispiel Durchsatzmessung mit Blende und radizierenden Meßumformern.

5.5.1.3 Digitale Anregekanäle

Werden im Reaktorschutzsystem digitale Anregekanäle eingesetzt, so sind diese entsprechend den Anforderungen des Abschnitts 5.5.1.2 auszulegen.

5.5.1.4 Grenzsinalgeber und Vergleicher

(1) Es sollen selbstüberwachende Grenzsinalgeber eingesetzt werden. Bei elektronisch arbeitenden Grenzsinalgebern soll der Grenzwert (Referenzspannung) überwacht werden.

Hinweis:

Eine Selbstüberwachung der Vergleicher wird nicht gefordert.

- (2) Die Grenzsinalgeber und Vergleicher sollen mit einstellbarer Schalthysterese und ohne Selbsthaltung ausgeführt werden.
- (3) Der Grenzwert muß am Gerät mit einer den Erfordernissen entsprechenden Genauigkeit einstellbar sein (Auflösungsvermögen). Der Grenzwert soll während des Betriebs prüfbar sein, ohne die Grenzwerteinstellung selbst ändern zu müssen.
- (4) Der Meßbereich des Anregekanals muß so festgelegt werden, daß unter Beachtung der Genauigkeit und Hysterese des Grenzsinalgebers ein ausreichender Abstand von den Meßbereichsendwerten eingehalten wird.
- (5) Das Ansprechen von Grenzsinalgeber und Vergleicher muß am Gerät und in der Warte angezeigt werden.

5.5.1.5 Wächter

Wächter sollen nur dann zum Einsatz kommen, wenn eine analoge Messung in einer für den Reaktorschutz erforderlichen Qualität nicht realisiert werden kann. Die Kontakte sind durch geeignete Kontrollschaltungen (Antivalenzüberwachung, Drahtbruchüberwachung) zu überwachen.

5.5.1.6 Endlagenschalter

- (1) Endlagenschalter zur Bildung von Anregesignalen sollen nur dann zum Einsatz kommen, wenn eine analoge Messung in einer für den Reaktorschutz erforderlichen Qualität nicht realisiert werden kann.
- (2) Werden für Anregesignale Endlagenschalter eingesetzt, die nicht zwangsläufig schaltende Kontakte besitzen, sind - soweit kein zweites Anregekriterium vorhanden ist - die Anforderungen nach Abschnitt 4.5.2 Absatz (2) einzuhalten. Die Kontakte sind durch geeignete Kontrollschaltungen (Antivalenzüberwachung) zu überwachen.
- (3) Die Betätigungseinrichtungen redundanter Endlagenschalter, zum Beispiel Spindelwellen, Stößeln, Nocken, Schaltlineale, sollen für jeden redundanten Endlagenschalter getrennt aufgebaut sein.

5.5.2 Logikebene

- (1) Die zueinander parallelen Schaltkanäle der Logikebene für die Reaktorschneidabschaltung müssen verschiedenen Redundanzgruppen angehören. Am Ausgang sollen sie mindestens zweifach durch logische Wertungen verbunden werden. Das Ausgangssignal jeder dieser logischen Wertungen muß zu einer Auslösung führen.
- (2) Für die Auslösung jeder von mehreren parallelen Schutzteilaktionen muß ein eigener Schaltkanal vorgesehen werden. Jeder dieser parallelen Schaltkanäle muß einer anderen Redundanzgruppe angehören.

5.5.3 Vorrangsteuerung

(1) Der Vorrang der Reaktorschutzsignale vor den betrieblichen Steuersignalen muß sichergestellt werden. Betriebliche Steuersignale und Reaktorschutzsignale sollen nur in der Steuerebene des Reaktorschutzsystems, die der Logikebene nachgeschaltet ist, verknüpft werden. Diese betrieblichen Steuersignale müssen von den Reaktorschutzsignalen entkoppelt werden.

(2) Die Vorrangsteuerungen müssen strangbezogen aufgebaut werden. Signalverbindungen zwischen verschiedenen Strängen sind nach der Vorrangbildung nicht zulässig.

(3) Werden von Hand auszulösende Schutzaktionen aufgrund der Analyse der Ereignisabläufe nach Abschnitt 3.1 zur Störfallbeherrschung vorgesehen, so sollen die Eingriffsmöglichkeiten nicht in der Steuerebene sondern in der Logikebene des Reaktorschutzsystems realisiert werden.

(4) Die Verknüpfung von Signalen verschiedener sicherheitstechnischer Bedeutung soll in der Steuerebene nach Prioritäten erfolgen.

5.5.4 Einzelantriebssteuerungen

(1) Die Einzelantriebssteuerungen für ein verfahrenstechnisches System müssen strangweise ohne Vermaschung aufgebaut werden.

Hinweis:

Hierbei wird vorausgesetzt, daß die verfahrenstechnischen Systeme strangweise aufgebaut sind. Unter System wird hier z. B. ein viersträngiges Hochdruck-Einspeisesystem verstanden.

(2) Die Befehlsdauer der Einzelantriebssteuerungen einschließlich der zulässigen Abweichungen ist so zu wählen, daß die Mindestbefehlsdauer der Schaltgeräte eingehalten wird.

(3) Koppelglieder, zum Beispiel Koppelrelais, müssen innerhalb der zulässigen Grenzen der Ein- und Ausgangsspannungen sicher funktionieren.

(4) Bei der Umsetzung von Steuersignalen auf andere Spannungen und Frequenzen durch Koppelglieder, zum Beispiel Koppelrelais, müssen die Ein- und Ausgänge der Koppelglieder zuverlässig getrennt werden.

(5) Die Koppelglieder, zum Beispiel Koppelrelais, sind so auszulegen und anzuordnen, daß sie durch Schaltvorgänge in der Schaltanlage keinen unzulässigen mechanischen, thermischen oder elektrischen Beanspruchungen ausgesetzt werden.

5.5.5 Verriegelungen

(1) Bei Vorhandensein von nur einem Anregekriterium zur Erkennung eines Störfalls ist die Schutzüberbrückung dieses Anregekriteriums nach Abschnitt 4.5.2 auszulegen.

(2) Bei redundant ausgeführten Anregekanälen müssen die Einrichtungen zur Umschaltung oder Übernahme von Meßbereichen redundant ausgeführt werden.

Hinweis:

Drei Anregekanäle benötigen z. B. drei Umschalt- oder Übernahmeeinrichtungen. Diese Umschaltungen können von Hand oder automatisch erfolgen.

(3) Umschaltungen und Übernahmen von Meßbereichen sowie Schutzüberbrückungen müssen automatisch aufgehoben werden, wenn die Freigabebedingungen nicht mehr gegeben sind.

5.6 Schaltung

Die Zusammenschaltung der Geräte des Reaktorschutzsystems ist so auszuführen, daß ein eindeutiger Funktionsablauf sichergestellt ist. Bauteileigenschaften, wie Eigenzeiten, Toleranzen, Drift- und Störfallverhalten dürfen den zeitlichen Ablauf von Befehlen nicht unzulässig beeinflussen.

6 Aggregatschutz

(1) Bei Anforderung eines Aggregats durch das Reaktorschutzsystem soll der Aggregatschutz nicht wirksam werden. Dies darf nicht erfolgen, wenn hierdurch Folgeschäden verursacht werden können, die die Sicherheit der Reaktoranlage mehr beeinträchtigen als der Ausfall des Aggregats. Die Unterdrückung des Aggregatschutzes muß durch das Reaktorschutzsystem erfolgen.

(2) Einrichtungen des Aggregatschutzes, deren Signale Vorrang gegenüber Signalen des Reaktorschutzes haben, sind so zuverlässig auszulegen, daß sie die Nichtverfügbarkeit des Aggregats nicht bestimmen und Fehlauflösungen mit hoher Zuverlässigkeit vermieden werden. Ein Zufallsausfall in einer Einrichtung des Aggregatschutzes darf keine Schutzaktion mit Folgen nach Abschnitt 4.4.4 auslösen oder Schutzvollaktionen verhindern. Diese Einrichtungen des Aggregatschutzes sollen über eine 2 von 2- oder 2 von 3- Wertungsschaltung bei Grenzwertüberschreitung das Aggregat abschalten. Eine Einrichtung des Aggregatschutzes, deren Signale Vorrang vor Signalen des Reaktorschutzes haben, muß nicht mehrkanalig ausgelegt werden, wenn nachgewiesen wird, daß Fehler so unwahrscheinlich sind, daß eine dadurch verursachte Fehlabschaltung des Aggregats nicht betrachtet zu werden braucht.

(3) Einrichtungen des Aggregatschutzes, deren Signale Vorrang vor Reaktorschutzsignalen haben, sind dem Strang des zu schützenden Aggregats zuzuordnen und nach den Anforderungen des Abschnitts 5 auszulegen.

(4) Einrichtungen zur Handüberbrückung am Aggregatschutz sind so auszulegen, daß unbefugte Eingriffe erschwert werden.

7 Zustandsbegrenzungen

(1) Die Anregesignale der Zustandsbegrenzungen sind selbsttätig zu protokollieren.

(2) Die Zustandsbegrenzungen sind redundant aufzubauen und rückwirkungsfrei gegeneinander und gegen die Betriebssysteme zu entkoppeln.

(3) Sie sollen nur für Prüfzwecke abschaltbar sein.

(4) Die Zustandsbegrenzung muß vor der betrieblichen Steuerung und Regelung Vorrang haben.

(5) Erkannte Ausfälle müssen durch Gefahrenmeldungen der Klasse I signalisiert werden und eindeutig lokalisierbar sein.

(6) Während des bestimmungsgemäßen Betriebs müssen sie ohne unzulässige Minderung der Sicherheit der Anlage auf Funktion geprüft werden können.

(7) Das Abweichen des Begrenzungswertes von den der Auslegung zugrunde gelegten Werten muß geprüft werden können.

- (8) Die Begrenzungswerte sind unter Einbeziehung der Meßfehler und unter Angabe des Sicherheitsabstands festzulegen.
- (9) Die Gerätequalität ist nachzuweisen.
- (10) Die Geräte müssen den Umgebungs- und Einsatzbedingungen genügen.
- (11) Der mechanische Aufbau muß dem des Reaktorschutzsystems nach Abschnitt 5.4 entsprechen.
- (12) Für die Anregekanäle soll ein kontinuierlicher Meßsignalvergleich eingesetzt werden.
- (13) Die Zustandsbegrenzungen sind vorbetrieblichen Prüfungen, Inbetriebsetzungsprüfungen und wiederkehrenden Prüfungen zu unterziehen.

8 Lüftungstechnische Anlagen zur Kühlung des Reaktorschutzsystems

- (1) Durch die räumliche Unterbringung der Einrichtungen der Reaktorschutzsystems muß sichergestellt werden, daß bei Ausfall der gesamten Lüftung für das Reaktorschutzsystem die zulässige Raumtemperatur nicht überschritten wird, andernfalls sind Lüftungstechnische Anlagen vorzusehen, die nach den Absätzen 2 und 3 dieses Abschnitts auszulegen sind.

Hinweis:

Zur Einhaltung der zulässigen Raumtemperatur dürfen zum Beispiel sicherheitstechnisch nicht relevante Einrichtungen abgeschaltet werden.

- (2) Die Lüftungstechnischen Anlagen für das Reaktorschutzsystem sind einschließlich ihrer zugehörigen Kühlkreisläufe redundant auszuführen, so daß die Kühlung der zum Reaktorschutzsystem gehörenden Einrichtungen auch bei Auftreten eines Zufallsausfalls innerhalb des Reaktorschutzsystems oder eines versagenauslösenden Ereignisses nach dem Abschnitt 4.2.2 aufrechterhalten wird, und die Funktionsfähigkeit des Reaktorschutzsystems noch sichergestellt bleibt.

Hinweis:

Ein gleichzeitiges Auftreten versagenauslösender Ereignisse nach Abschnitt 4.2 braucht nicht unterstellt zu werden.

- (3) Einrichtungen des Reaktorschutzsystems, die Kühlung benötigen, sind mit Notstromversorgten Lüftungstechnischen Anlagen auszurüsten.
- (4) Einrichtungen des Reaktorschutzsystems, die in Anlagen- oder Meßumformerräumen untergebracht sind, dürfen aufgrund des geringen Wärmeeinfall in Abweichung von den Anforderungen der Absätze (2) und (3) dieses Abschnitts von den allgemeinen Lüftungstechnischen Anlagen des Kontrollbereichs mitgekühlt werden, wenn die Anforderung aus Absatz (1) dieses Abschnitts erfüllt wird.

9 Elektrische Energieversorgung

- (1) Einrichtungen des Reaktorschutzsystems, die elektrische Energie benötigen, sind aus einer unterbrechungslosen Notstromversorgung mit Energiespeicherung durch Batterien im Parallelbetrieb mit Gleichrichtergeräten zu versorgen. Für die zugehörige Notstromerzeugungsanlage gelten die Anforderungen der Regel KTA 3701.1. Für Energieversorgungseinrichtungen innerhalb des Reaktorschutzsystems sind die

Anforderungen nach KTA 3501 Abschnitte 5.1 und 11.1 anzuwenden.

- (2) Die Energieversorgungseinrichtung des Reaktorschutzsystems ist redundant so auszuführen, daß eine ausreichende Versorgung des Reaktorschutzsystems auch bei Auftreten eines versagenauslösenden Ereignisses nach Abschnitt 4.2 und den Grundannahmen nach Abschnitt 4.4.1 aufrechterhalten wird.

- (3) Die Energieversorgungseinrichtung muß leistungsmäßig so ausgelegt sein, daß auch bei Ausfall einer Teilversorgungseinrichtung der notwendige Leistungsbedarf des Reaktorschutzsystems gedeckt werden kann.

- (4) Die Einrichtungen der elektrischen Energieversorgung und des Reaktorschutzsystems sind bezüglich ihrer Kenndaten, zum Beispiel Spannung, Leistung, Strom, Frequenz, Kapazität, aufeinander abzustimmen.

- (5) Die Kapazität jeder Batterie ist unter der Annahme, daß der Leistungsbedarf des Stranges nur aus dieser Batterie gedeckt wird, so zu bemessen, daß die Versorgung mindestens 30 Minuten aufrechterhalten werden kann, ohne daß die zulässige Mindestspannung an einer Komponente des Reaktorschutzsystems unterschritten wird.

10 Gefahrenmeldeeinrichtungen

10.1 Allgemeines

Bei der Auslegung von Gefahrenmeldeeinrichtungen ist zwischen

- Gefahrenmeldungen der Klasse S (Sicherheitsgefahrenmeldung),
- Gefahrenmeldungen der Klasse I,
- Gefahrenmeldungen der Klasse II,

zu unterscheiden.

10.2 Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse S

10.2.1 Anwendung

Die Einleitung von Schutzaktionen von Hand ist bei Einhaltung der Forderungen nach Abschnitt 4.5.3 zulässig, wenn der Zeitraum zwischen Erkennung des Störfalls und der Einleitung der Schutzaktionen ausreichend ist. Diese aufgrund von Gefahrenmeldungen der Klasse S (Sicherheitsgefahrenmeldungen) einzuleitenden Gegenmaßnahmen müssen den Gefahrenmeldungen der Klasse S eindeutig zugeordnet sein und in verbindlicher schriftlicher Form, unter Angabe des zulässigen Zeitraums bis zur Einleitung der Schutzaktionen und der zu erwartenden Rückmeldungen und Anzeigen, dem Betriebspersonal vorliegen.

10.2.2 Auslegung

- (1) Gefahrenmeldungen der Klasse S müssen durch optische und akustische Mittel den Gefahrenzustand signalisieren.

- (2) Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse S und die optischen und akustischen Gefahrenmeldeanlagen sind so auszuführen, daß auch bei Auftreten eines Zufallsausfalls in der Gefahrenmeldeanlage der Klasse S bei Störfällen die Störfallmeldung erscheint.

- (3) Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse S sind redundant, unabhängig und während des bestimmungsgemäßen Betriebs prüfbar aufzubauen. Signale können aus dem Teil des Reaktorschutzsystems ausgekoppelt werden, der zur automatischen Auslösung von Schutzaktionen dient. Dies muß rückwirkungsfrei erfolgen.
- (4) Gefahrenmeldungen der Klasse S müssen sich im Erscheinungsbild von Gefahrenmeldungen der Klasse I und II unterscheiden.
- (5) Gefahrenmeldungen der Klasse S sind zu speichern.
- (6) Die optischen Gefahrenmeldungen der Klasse S müssen im Rahmen des jeweiligen Wartenkonzepts räumlich zusammengefaßt angeordnet werden.
- (7) Die optischen Gefahrenmeldungen der Klasse S müssen so ausgeführt sein, daß der Meldezustand dauernd erkennbar ist, zum Beispiel aufgelaufen, quittiert, gelöscht.
- (8) Die optischen Gefahrenmeldungen der Klasse S müssen aus einer unterbrechungslosen Notstromversorgung mit Energiespeicherung durch Batterien im Parallelbetrieb mit Gleichrichtergeräten versorgt werden.
- (9) Die Erkennbarkeit der Gefahrenmeldungen der Klasse S muß durch Schriftbild, Leuchtkraft und Eindeutigkeit der Bezeichnungen sichergestellt werden.
- (10) Optische Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse S sollen für eine ausreichende Lebensdauer bemessen und müssen jederzeit mittels eingebauter Prüfhilfen prüfbar sein.

10.3 Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I

10.3.1 Anwendung

Das Reaktorschutzsystem und die aktiven Sicherheitseinrichtungen sind mit Gefahrenmeldungen der Klasse I auszustatten, die das Betriebspersonal veranlassen, die Störung zu beseitigen.

Hinweis:

Hierzu gehören z. B. bei dem Reaktorschutzsystem die Sammelmeldung „Grenzwertmelder angesprochen“, bei der Notspeisewasserversorgung die Meldung „Deiunatbehälterfüllstand zu tief“ bei Stellgeräten die Sammelmeldung „Bereitschaftsteilung gestört“.

10.3.2 Auslegung

- (1) Gefahrenmeldungen der Klasse I müssen durch optische und akustische Mittel den Gefahrenzustand signalisieren.
- (2) Gefahrenmeldungen der Klasse I sollen sich im Erscheinungsbild von Gefahrenmeldungen der Klasse II unterscheiden lassen.
- (3) Einzelmeldungen funktionell zusammengehöriger Komponenten dürfen zu Sammelmeldungen zusammengefaßt werden, wenn die Herkunft der Einzelmeldungen lokalisiert werden kann. Einzelmeldungen brauchen dann nicht der Klasse I anzugehören.
- (4) Die optischen Gefahrenmeldungen der Klasse I, die funktionsmäßig zusammengehören, sollen räumlich zusammengefaßt im Rahmen des jeweiligen Wartenkonzepts an einer verfahrenstechnisch geeigneten Stelle angeordnet werden.

(5) Die optische Gefahrenmeldung der Klasse I muß so ausgeführt sein, daß der Meldezustand dauernd erkennbar ist, zum Beispiel aufgelaufen, quittiert, gelöscht.

(6) Die Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I einschließlich der zu einer Sammelmeldung zusammengefaßten Einzelmeldungen müssen aus einer unterbrechungslosen Notstromversorgung mit Energiespeicherung durch Batterien im Parallelbetrieb mit Gleichrichtergeräten versorgt werden.

(7) Die Erkennbarkeit der Gefahrenmeldungen der Klasse I muß durch Schriftbild, Leuchtkraft und Eindeutigkeit der Bezeichnungen sichergestellt werden.

(8) Optische Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I sollen für eine ausreichende Lebensdauer bemessen und müssen jederzeit mittels eingebauter Prüfhilfen prüfbar sein.

11 Prüfungen

11.1 Prüfungen am Reaktorschutzsystem und an Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse S

11.1.1 Prüfung der Eignung der Gerätetypen

11.1.1.1 Ergänzende Typprüfungen für betriebsbewährte Geräte

(1) Für betriebsbewährte Einrichtungen sind zum Nachweis bestimmter nach Abschnitt 5.1.1 Absatz 2 nicht nachgewiesener Eigenschaften ergänzende Typprüfungen durchzuführen.

(2) Die Erstellung der Unterlagen für den theoretischen Teil der Typprüfungen soll durch den Hersteller erfolgen. Diese Unterlagen sollen durch einen Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) geprüft werden. Das Prüfprogramm für den praktischen Teil der Typprüfungen soll vom Hersteller erstellt und mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) abgestimmt werden. Die Durchführung der praktischen Prüfungen soll durch einen Werkssachverständigen erfolgen.

11.1.1.2 Typprüfungen für neuentwickelte oder modifizierte Geräte

(1) Für neuentwickelte oder modifizierte Einrichtungen ist durch eine Typprüfung die Einhaltung der im Datenblatt spezifizierten Eigenschaften nachzuweisen.

(2) Die Erstellung der Unterlagen für den theoretischen Teil der Typprüfungen soll durch den Hersteller erfolgen. Diese Unterlagen sollen durch einen Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) geprüft werden. Das Prüfprogramm für den praktischen Teil der Typprüfungen soll vom Hersteller erstellt und mit dem Sachverständigen (nach § 20 Atomgesetz) abgestimmt werden. Die Durchführung der praktischen Prüfungen soll durch einen Werkssachverständigen erfolgen.

(3) Für Baugruppen des Reaktorschutzsystems und von Schutzbegrenzungen ist die Typprüfung nach KTA 3503 durchzuführen. Für Meßwertgeber und Meßumformer des Reaktorschutzsystems und der Schutzbegrenzungen ist die Typprüfung nach KTA 3505 durchzuführen.

11.1.1.3 Eignungsüberprüfung

Die anlagenbezogene Eignung betriebsbewährter Einrichtungen nach Abschnitt 5.1.1 Absatz 2 oder typgeprüfter Einrichtungen nach Abschnitt 11.1.1.1 oder 11.1.1.2 ist durch den Vergleich der Eigenschaften der Geräte mit den Anforderungen nach den Abschnitten 4, 5 und für Gefahrenmeldeeinrich-

tungen der Klasse S nach Abschnitt 10.2 im Rahmen des Vorprüfverfahrens nachzuweisen.

Hinweis:

Die Eignungsüberprüfung kann zu dem Ergebnis führen, daß zusätzlich zur Typprüfung nach dem Abschnitt 11.1.1.1 oder 11.1.1.2 weitere praktische oder theoretische Prüfungen erforderlich sind.

11.1.2 Werksprüfungen

Die ordnungsgemäße Herstellung der leittechnischen Baugruppen, Geräte und Systemteile des Sicherheitssystems ist durch eine Werksprüfung nachzuweisen.

Hinweis:

Anforderungen an die Werksprüfungen werden im Regelvorhaben KTA 3507 behandelt.

11.1.3 Systemprüfungen

Die Systemprüfungen sind nach KTA 3506 durchzuführen.

11.2 Prüfungen an Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I

(1) Für die Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I sind Werksprüfungen durchzuführen.

Hinweis:

Anforderungen an die Werksprüfungen werden im Regelvorhaben KTA 3507 behandelt.

(2) Für die Gefahrenmeldeeinrichtungen der Klasse I sind Systemprüfungen nach KTA 3506 durchzuführen.

12 Zusammenstellung der im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für das Reaktorschutzsystem zur Prüfung erforderlichen Informationen

(1) Die im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren zur Prüfung erforderlichen Unterlagen über das Reaktorschutzsystem sind in der vom "Länderausschuß für Atomkernenergie - Kerntechnische Anlagen" am 7. September 1982 beschlossenen und vom Bundesminister des Innern am 20. Oktober 1982 bekanntgemachten "Zusammenstellung der im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen (ZPI)" enthalten.

Anhang A

Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Verwiesene Bestimmungen gelten nur in der in diesem Anhang angegebenen Fassung)

Atomgesetz		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Oktober 1976 (BGBl. I, S. 3053), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.8.1980 (BGBl. I, S. 1556)
Störfall-Leitlinien	(10/83)	Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung - Störfall-Leitlinien -, in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Oktober 1983, Beilage 59/83, Bundesanzeiger Nr. 245a vom 31. Dezember 1983
Einzelfehlerkonzept	(3/84)	Interpretationen zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Einzelfehlerkonzept - Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums, Bekanntmachung vom 10. Mai 1984, Gemeinsames Ministerialblatt Nr. 13 vom 4. Juni 1984, Seiten 208, 209 und 210.
ZPI	(10/82)	Zusammenstellung der im atomrechtlichen Genehmigungs- und Aufsichtsverfahren für Kernkraftwerke zur Prüfung erforderlichen Informationen (ZPI) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Oktober 1982 (Bundesanzeiger Nr. 6 a vom 11. Januar 1983, Beilage 1/83)
KTA 3503	(6/82)	Typprüfung von elektrischen Baugruppen des Reaktorschutzsystems
KTA 3505	(11/84)	Typprüfung von Meßwertgebern und Meßumformern des Reaktorschutzsystems
KTA 3506	(11/84)	Systemprüfung der leittechnischen Einrichtungen des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken
KTA 3701.1	(6/78)	Übergeordnete Anforderungen an die elektrische Energieversorgung des Sicherheitssystems in Kernkraftwerken; Teil 1: Einblockanlagen

Stichwortverzeichnis