

## Interpretationen zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke<sup>1)</sup>

vom 2. März 1984 (GMBI. 1984, Nr. 13, S. 208)

- Bek. d. BMI v. 10.5.1984 - RS 1 6 - 513 301 - 4/1 -

Die Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke enthalten Grundsätze für sicherheitstechnische Anforderungen, die der Auslegung von Kernkraftwerken zugrunde gelegt werden, insbesondere um die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage (§ 7 Abs. 2 Nr. 3 Atomgesetz - AtG -) und den erforderlichen Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (§ 7 Abs. 2 Nr. 5 AtG) zu gewährleisten.

Im Verlauf ihrer praktischen Anwendung haben sich infolge der gewollten Kürze der Sicherheitskriterien in einigen Punkten Interpretationsspielräume gezeigt, die bisweilen zu Auslegungsschwierigkeiten geführt haben. Der Bundesminister des Innern läßt daher "Interpretationen zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke" erarbeiten. Diese sollen - soweit erforderlich - die Sicherheitskriterien so konkretisieren, daß Auslegungsschwierigkeiten bei ihrer Anwendung vermieden werden.

Die Interpretationen zu den Sicherheitskriterien haben die gleiche Bedeutung und Verbindlichkeit wie die Sicherheitskriterien selbst.

Als erstes Ergebnis hatte ich am 26. Oktober 1978 GMBI 1978, S. 631) das Einzelfehlerkonzept - Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums -(Stand: 26. Oktober 1978) und eine überarbeitete und um eine Beispielliste ergänzte Fassung des Einzelfehlerkonzepts am 4. Dezember 1981 (GMBI 1981, S. 544) bekanntgegeben.

Auf der Grundlage von Erfahrungen aus der praktischen Anwendung ist das Einzelfehlerkonzept erneut überarbeitet worden; den neuen Wortlaut des Einzelfehlerkonzepts, der die Fassung vom 4. Dezember 1981 ersetzt, gebe ich nachstehend bekannt.

Die zu der Fassung des Einzelfehlerkonzepts am 4. Dezember 1981 erarbeitete Beispielliste wird zur Zeit überarbeitet. Die Neufassung der Beispielliste wird nach Fertigstellung ihres Umfangs wegen nicht im GMBI abgedruckt, sondern mit der nächsten Ergänzung in das Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz (Vertrieb: Gesellschaft für Reaktorsicherheit mbH, Postfach 10 16 50, 5000 Köln 1) aufgenommen und ersetzt die Beispielliste zum Einzelfehlerkonzept in der Fassung vom 4. Dezember 1981.

<sup>1)</sup> Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke vom 21.10.1977, Bundesanzeiger Nr. 206 vom 9.11.1977

## Interpretationen zu den Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke

### Einzelfehlerkonzept - Grundsätze für die Anwendung des Einzelfehlerkriteriums (Stand: 2.3.1984)

#### 1. Beschreibung des Einzelfehlers

Beim Einzelfehler handelt es sich um einen Fehler, der in den Sicherheitseinrichtungen im betrachteten Anforderungsfall unabhängig vom auslösenden Ereignis zusätzlich unterstellt wird, der jedoch nicht als Folge des Anforderungsfalles im bestimmungsgemäßen Betrieb oder bei Störfällen auftritt und der vor Eintritt des Anforderungsfalles nicht bekannt ist. Der Einzelfehler beinhaltet auch die aus dem unterstellten Einzelfehler resultierenden Folgefehler.

Ein Einzelfehler liegt vor, wenn ein Systemteil<sup>2)</sup> der Sicherheitseinrichtungen seine Funktion bei Anforderung nicht erfüllt. Eine betrieblich mögliche Fehlbedingung, die eine Fehlfunktion in den Sicherheitseinrichtungen zur Folge hat, ist einem Einzelfehler gleichzusetzen.

Gründe für den unterstellten Einzelfehler müssen im allgemeinen nicht angegeben werden.

#### 2. Anwendungsbereich des Einzelfehlerkriteriums

In folgenden Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke wird bei der Auslegung die Annahme eines Einzelfehlers in den zugehörigen Sicherheitseinrichtungen gefordert:

- 4.2: Nachwärmeabfuhr im bestimmungsgemäßen Betrieb,
- 4.3: Nachwärmeabfuhr nach Kühlmittelverlusten,
- 6.1: Reaktorschutzsystem,
- 7.1: Notstromversorgung und
- 8.5: Wärmeabfuhr aus dem Sicherheitseinschluß.

Ein Einzelfehler ist auch bei der Auslegung der

- Sicherheitseinrichtungen zur Reaktorabschaltung
- Sicherheitseinrichtungen zur Nachwärmeabfuhr bei nicht verfügbarer Hauptwärmesenke,
- aktiven Einrichtungen des Sicherheitseinschlusses<sup>3)</sup>

zu unterstellen.

Einzelfehler werden grundsätzlich sowohl bei aktiven als auch bei passiven Systemteilen unterstellt.

#### 3. Zwecke des Einzelfehlerkriteriums

Die Annahme des Einzelfehlers (Einzelfehlerkonzept) ist ein deterministisches Konzept für die Auslegung der Sicherheitseinrichtungen in Kernkraftwerken. Sie dient wie auch andere Verfahren und Maßnahmen, wie z. B. die probabilistische Analyse (Zuverlässigkeitsanalyse) und die Qualitätssicherung, zur Sicherheitsvorsorge.

Die Unterstellung des Einzelfehlers dient bei der Auslegung von Sicherheitseinrichtungen zur Sicherstellung einer ausreichenden Redundanz und Entmaschung (vgl. Ziffer 5).

Wird eine Sicherheitseinrichtung entsprechend dem Einzelfehlerkonzept ausgelegt, so kann mit hinreichender

<sup>2)</sup> Der Begriff "Systemteil" umfasst alle Teile der Funktionseinheit selbst und der zu ihrer sicherheitstechnisch richtigen Funktion notwendigen - und ggf. auch redundanten - Versorgungs-, Stell-, und Hilfseinrichtungen.

<sup>3)</sup> Die Redundanzanforderungen für die Absperrungen von Rohrdurchführungen durch den Sicherheitsbehälter sind im Sicherheitskriterium 8.4 als Schlussfolgerung einer Einzelfehlerbetrachtung festgelegt.

Sicherheit davon ausgegangen werden, daß ihre Funktionsfähigkeit nicht vom zufälligen Versagen eines beliebigen einzelnen Systemteils abhängt. Die zuverlässige Funktion der im Anwendungsbereich genannten Sicherheitseinrichtungen muß auch bei Auftreten eines Einzelfehlers und - soweit in Ziffer 7 gefordert - bei gleichzeitigen Instandhaltungsvorgängen gewährleistet sein. Ein darüber hinausgehender Einzelfehler ist zur Verschärfung der jeweiligen Randbedingungen in der Störfallanalyse beim Nachweis der Einhaltung der Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV<sup>4)</sup> nicht zu unterstellen.

#### 4. Fehler infolge derselben Ursache (common-cause-failures) und Auslegungsfehler

Fehler infolge derselben Ursache an mehreren zueinander redundanten Systemteilen und Auslegungsfehler werden durch das Einzelfehlerkonzept nicht abgedeckt. Fehler dieser Art müssen durch geeignete Maßnahmen vermieden werden, wie z. B.

- Auslegung unter Berücksichtigung aller in Betracht kommenden - auch störfallbedingten - Umgebungsbedingungen und etwaiger Beeinträchtigungen der Energie- und Medienversorgung, räumliche Trennung oder sonstige Vorsorge gegen Folgeschäden,
- Qualitätssicherung,
- wiederkehrende Prüfungen,
- diversitäre Auslegung (soweit möglich) und
- Berücksichtigung des Fail Safe-Prinzips (sicherheitsgerichtete Aktion bei Störung).

#### 5. Einzelfehler bei passiven Systemteilen

Die Unterstellung eines Einzelfehlers in passiven Systemteilen hat die sinnvolle Entmaschung von zueinander redundanten Systemteilen zum Ziel. Diese Entmaschung ist so vorzunehmen, daß es als Folge eines zu unterstellenden passiven Einzelfehlers zu keinem redundanzübergreifenden Versagen kommt

Für passive Systemteile ist das Versagen im Rahmen des Einzelfehlerkonzepts dann nicht zu unterstellen, wenn nachgewiesen wird, daß sie gegen die bei allen für sie zu unterstellenden Anforderungsfällen maximal zu erwartenden Beanspruchungen unter Berücksichtigung der im Betriebszeitraum vorhersehbaren Veränderungen der Werkstoffeigenschaften mit ausreichenden Sicherheitszuschlägen ausgelegt sind, aus einem für den Verwendungszweck geeigneten Werkstoff gefertigt werden und unter einer umfassenden Qualitätssicherung hergestellt, montiert, errichtet, geprüft und betrieben werden, so daß eine ausreichende Zuverlässigkeit gesichert ist. Die hierbei anzuwendenden Maßnahmen und die Sicherheitszuschläge sind auch entsprechend der sicherheitstechnischen Bedeutung der Sicherheitseinrichtungen festzulegen.

Der oben geforderte Nachweis kann als erbracht angesehen werden, wenn die Anforderungen an Auslegung, Konstruktion, Werkstoffwahl, Herstellung und Prüfbarkeit der Systemteile gemäß Vorschriften erfüllt werden, die der sicherheitstechnischen Bedeutung der Systemteile Rechnung tragen<sup>5)</sup>.

Die Forderung nach sinnvoller Entmaschung von zueinander redundanten Systemteilen bleibt von den Festle-

gungen der vorstehenden beiden Absätze unberührt.

#### 6. Einzelfehler in mehreren zur Beherrschung des Anforderungsfalles erforderlichen Sicherheitseinrichtungen

Müssen zur Beherrschung eines zu unterstellenden Anforderungsfalles mehrere der im Anwendungsbereich genannten Sicherheitseinrichtungen gleichzeitig oder auch zeitlich nacheinander ihre Funktion erfüllen, so ist das Auftreten eines Einzelfehlers für die Summe der Sicherheitseinrichtungen nach Maßgabe der Grundsätze des Einzelfehlerkonzeptes zu unterstellen, nicht aber für mehrere der benötigten Sicherheitseinrichtungen gleichzeitig.

Davon abweichend ist in der Störfallanalyse bei Annahme des Ausfalls der ersten Anregung des Reaktorschutzsystems das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers an aktiven Systemteilen zu unterstellen, bei gleichzeitigem Instandsetzungsfall jedoch erst nach einem Zeitraum von 100 Stunden (KTA 3501)<sup>6)</sup>.

#### 7. Einzelfehler während Instandhaltungsvorgängen

Bei der Planung der Durchführung von Instandhaltungsvorgängen ist für jede der in den Sicherheitskriterien 4.2, 4.3, 6.1 und 7.1 geforderten Sicherheitseinrichtungen sowie für die Sicherheitseinrichtungen zur Reaktorab-schaltung und zur Nachwärmeabfuhr bei nicht verfügbarer Hauptwärmesenke das Auftreten eines Einzelfehlers zu unterstellen. Instandhaltungsvorgänge an Sicherheitseinrichtungen, während derer der betroffenen Systemteil nicht funktionsbereit ist, sind ohne besondere, seine Funktion ersetzende oder seine Funktionsbereitschaft überflüssig machende Maßnahmen (z. B. Abschaltung, Leistungsminderung, Rückgriff auf andere Systeme) nur zulässig, wenn für die Dauer des Instandhaltungsvorgangs das Einzelfehlerkonzept erfüllt ist.

Dies gilt nicht für Inspektionen, wenn die Funktionsbereitschaft des betroffenen Systemteils im Anforderungsfall rechtzeitig wiederhergestellt werden kann. Während kurzzeitiger Wartungs- oder Instandsetzungsvorgänge braucht das zusätzliche Auftreten eines Einzelfehlers an Systemteilen ebenfalls nicht unterstellt zu werden, wenn wegen der Kürze der Wartungs- oder Instandsetzungsdauer die Zuverlässigkeit der betrachteten Sicherheitseinrichtung nicht wesentlich herabgesetzt wird<sup>7)</sup>.

Mit der Instandsetzung ist unverzüglich nach der Schädenserkennung zu beginnen.

Die ohne besondere Maßnahme zulässigen Wartungs- und Instandsetzungszeiten (Zeit ab Schädenserkennung bis Abschluß der Instandsetzung) sowie festzulegende Inspektionskonzepte sind unter Verwendung der für die genannten Sicherheitseinrichtungen durchgeführten Zuverlässigkeitsanalysen (soweit erforderlich) und von Betriebserfahrungen so festzulegen, daß die Zuverlässigkeiten dieser Sicherheitseinrichtungen durch die Instandhaltungsvorgänge nicht unter die zur Störfallbeherrschung erforderlichen Zuverlässigkeiten herabgesetzt werden.

<sup>4)</sup> Die Einhaltung der Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV ist gemäß den Vorgaben der Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gegen Störfälle gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV vom 12.8.1983 nachzuweisen.

<sup>5)</sup> Solche Vorschriften sind z. B. die RSK-Leitlinien für DWR, Kapitel 4.1 für die druckführende Umschließung, Kapitel 4.2 für die äußeren Systeme, Kapitel 5 für den Sicherheitsbehälter und einschlägige KTA-Regeln.

<sup>6)</sup> Diese Annahme ist nur bei Analysen zur Auslegung der Sicherheitseinrichtungen, nicht aber zur Verschärfung der jeweiligen Randbedingungen in der Störfallanalyse beim Nachweis der Einhaltung der Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV zu treffen.

<sup>7)</sup> Auch z. B. für die Schnellschlussklappen in dem Zu- und Abluftstrang der Unterdruckhaltung des nuklearen Lüftungssystems sind entsprechend kurze zulässige Instandhaltungszeiten festzulegen.

### **8. Einzelfehler bei Ereignissen oder Ereignisketten mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit**

Anlageninterne Ereignisse und Einwirkungen von außen sind im Hinblick auf die Anwendung des Einzelfehlerkonzepts grundsätzlich gleichzusetzen.

Bei anlageninternen Ereignissen mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit (z. B. ATWS), bei äußeren Einwirkungen mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit (wie z. B. Flugzeugabsturz und Explosionsdruckwelle) und bei Ereignisketten mit sehr geringer Eintrittswahrscheinlichkeit, die keine Auslegungstörfälle i.S.d. § 28 Abs. 3 StrISchV sind, ist das gleichzeitige Auftreten eines Einzelfehlers nicht zu unterstellen; auch ein gleichzeitiger Instandsetzungsfall wird nicht postuliert.

### **9. Überlagerungsfälle**

Die Überlagerung unabhängiger Ereignisse bei der Störfallanalyse ist nicht mit Hilfe des Einzelfehlerkonzeptes vorzunehmen, sondern Ereigniskombinationen sind unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeit und eines ausgewogenen Sicherheitskonzeptes der Anlage festzulegen.

---

Redaktioneller Hinweis:

BfS bemüht sich, fehlerfreie Texte zur Verfügung zu stellen, übernimmt jedoch keine Haftung. Bei Rechtsakten sind die in den amtlichen Publikationsorganen des Bundes auf Papier veröffentlichten Fassungen verbindlich.