
**3. KTA-
Obleutetagung
Seminar über
Störfallfragen
Köln, Juni 1981**

KTA-GS-37

GESCHÄFTSSTELLE DES KERNTÉCHNISCHEN AUSSCHUSSES (KTA)

beim BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ

Postfach 10 01 49
38201 Salzgitter

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

Inhalt

	Seite
Einführung	4
Konzept für Kriterien zur Bewertung von angenommenen Ereignisabläufen	5
Ereignisablauf: Fehlerhaftes Zulaufen der Frischdampfarmaturen beim Siedewassereaktor	10
Aufgaben der KTA-Unterausschüsse und Arbeitsgremien	16
Diskussion zu den Vorträgen.....	20
Bilder zu den Vorträgen von Herrn Ullrich und Herrn Dr. Preusche sowie zu der Diskussion	38
Teilnehmer an der 3. KTA-Obleutetagung am 24. Juni 1981 in Köln beim TÜV Rheinland	51

Einführung

Dipl.-Phys. W. Schwarzer / KTA-Geschäftsstelle

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Namen des KTA-Präsidiums begrüße ich Sie zum 3. Obleute-Treffen der KTA-Unterausschüsse und -Arbeitsgremien. Das Treffen findet nun zum zweiten Male in den Räumen des Technischen Überwachungs-Vereins Rheinland e.V. (TÜV-Rhld.) statt und ich benütze diese Gelegenheit, mich beim TÜV-Rhld. für seine Gastfreundschaft zu bedanken.

Dieses Treffen hat zum ersten Mal ein fachliches Thema und es beginnt somit eine neue Serie von Obleute-Treffen, die sich, im Gegensatz zu früheren Treffen, nicht mit organisatorischen und regeltechnischen, sondern mit fachlichen Dingen beschäftigen sollen.

Es ist Ihnen allen bekannt, dass der KTA-Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN (UA-SF) ein Konzept vorgelegt hat, das durchaus geeignet erscheint, zu einer Übergeordneten KTA-Regel entwickelt zu werden. Dieses Konzept (KTA-Dok.-Nr. UA-SF/81/5) ist Ihnen zugegangen und es wird auch allen Mitarbeitern der KTA-Gremien und -Unterausschüsse zugestellt.

Das KTA-Präsidium hat sich dieses Konzept zu eigen gemacht und bittet die Unterausschüsse und Arbeitsgremien, ihre Erfahrungen zur Verfügung zu stellen und zu helfen, aus diesem Konzept eine Regel zu machen. Der Zweck des heutigen Seminars ist, Ihnen dieses Konzept vorzustellen und Sie zu motivieren, uns bei der Erarbeitung dieser Regel zu helfen. Der Ablauf des Seminars ist so gedacht, dass zunächst der Obmann des UA-SF, Herr Ullrich von der GRS, Ihnen dieses Konzept vorstellt und im Anschluss daran Herr Dr. Preusche von der KWU, der ebenfalls Mitglied dieses Unterausschusses ist, Ihnen anhand eines Beispiels das Konzept erläutern wird.

Der zeitliche Rahmen der heutigen Veranstaltung ist so gewählt, dass unserer Meinung nach ausreichend Zeit zu einer Diskussion und zu Fragestellungen Ihrerseits vorhanden ist. Wir sind auch nicht unbedingt an die Zeit gebunden, die Sie auf der Tagesordnung angegeben finden.

Der für den Nachmittag von der KTA-Geschäftsstelle vorgesehene Vortrag, der von Herrn Stute gehalten wird, beschäftigt sich im wesentlichen mit organisatorischen Dingen und wird auf fachliche Fragen nicht mehr eingehen. Falls heute Nachmittag aber solche Fragen noch anstehen, besteht kein Grund, diese nicht zu diskutieren. Herr Ullrich und Herr Dr. Preusche sind bereit, Ihnen diese Fragen zu beantworten. Im Übrigen ist vorgesehen, die Vorträge und Diskussionen auf Band aufzunehmen und ich setze voraus, dass alle Anwesenden damit einverstanden sind. Der Zweck dieser Übung ist, eine Grundlage dafür zu haben, Ihnen die Verhandlungen des heutigen Tages auch in schriftlicher Form präsentieren zu können. Die Vortragenden werden frei sprechen. Es gibt also gegenwärtig noch kein Manuskript dazu. Wir hoffen, diese Vortragstexte dann in den Tagungsbericht einbauen zu können. Zum Abschluss eine Bitte: Bei Diskussionsbeiträgen oder Fragen können Sie uns die Arbeit wesentlich erleichtern, wenn Sie -die Fragen durch Nennung Ihres Namens einleiten würden.

Ich bitte nun zunächst Herrn Ullrich, mit seinem Vortrag zu beginnen.

Konzept für Kriterien zur Bewertung von angenommenen Ereignisabläufen

Dipl.-Phys. W. Ullrich / Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH

Meine Damen und Herren,

in den Jahren 1973 bis 1976 war eine Arbeitsgruppe des KTA-Unterausschusses REAKTORKERN damit beschäftigt, eine Regel für die thermohydraulische Auslegung der Reaktorkerne von Leichtwasserreaktoren zu erarbeiten (**Bild 1**). Es zeigte sich, dass eine solche Regel nicht zu erstellen war, ohne auf Störfälle und Störfallanalysen Bezug zu nehmen. Dabei stellte man fest, dass die Regel nicht nur für die thermohydraulische Auslegung wichtig ist, sondern auch zur Harmonisierung jener kerntechnischen Regeln beitragen kann, die in irgendeiner Weise mit den Problemen der Störfallbetrachtung, die wir hier Ereignisabläufe nennen, verknüpft sind. Zur Klärung des weiteren Vorgehens wurde 1976 und 1977 im PROGRAMMUNTERAUSSCHUSS die Frage diskutiert und am 01.03.1977 beschlossen, einen Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN (UA-SF) zu bilden. Eine seiner Aufgaben sollte sein, bei der Erstellung der KTA-Regeln dafür zu sorgen, dass sie hinsichtlich der Frage, ob Störfallanalysen betrieben werden sollen und was wir darunter verstehen, übereinstimmen. Zunächst hatte der UA-SF Schwierigkeiten, für einen solchen Vergleich geeignete Kriterien zu finden. Deshalb war in den letzten Jahren die Erarbeitung des heute vorliegenden Konzepts seine Hauptaufgabe.

Ein solches Konzept ist notwendig, um zu verhindern, dass nicht für einzelne Aufgaben, wie z.B. die Sicherheitsbehälterauslegung, die thermohydraulische Auslegung oder die Reaktorschuttsysteme, jeweils eigene Störfallanalysen entwickelt werden. Wir hoffen deshalb, dass wir mit diesem Konzept der Synchronisation der KTA-Regeln einen Schritt näher kommen.

Als Grundgedanke des Konzepts sehen Sie in **Bild 2** die Beziehung

$$\sum_i H_i \cdot SU_i = SE \hat{=} Risiko$$

Unter Risiko, wir kennen hierfür auch den Ausdruck Schadens Erwartung (SE), verstehen wir das Produkt aus Schadenshäufigkeit (H) und Schadensumfang (SU) ganz verschiedener Störfall- oder Ereignisabläufe, die wir mit dem Index i versehen haben.

Bei Summierung aller Ereignisabläufe erhält man die integrale Schadens Erwartung aus dem Betrieb einer kerntechnischen Anlage, die wir mit dem Begriff "Risiko" gleichsetzen.

Wir werden uns heute ausschließlich mit den Faktoren H. und SU. beschäftigen. Es ist nicht unsere Absicht, im Genehmigungsverfahren oder bei der sicherheitstechnischen Prüfung einer Anlage, stets Risikoanalysen zu erstellen.

Für ein noch laufendes Genehmigungsverfahren wäre eine solche Vorgehensweise denkbar ungeeignet. Wir orientieren uns zwar an der Risikoidee, betrachten aber stets nur Häufigkeit und Schadensumfang eines Ereignisses.

Bei einem Risikokonzept (**Bild 3**) ist wesentlich, dass man irgendwo eine Grenze zieht. Da über die Frage, wo diese Grenze zu ziehen ist, noch diskutiert wird, hat der UA-SF diese Grenze zunächst mit

$$10^{-6} / a$$

angegeben. Das heißt, alle Ereignisse häufiger als $10^{-6}/a$ sind bei einer Auslegung zu berücksichtigen. Dagegen sind Ereignisabläufe geringerer Häufigkeit dem Restrisiko zugeordnet

und müssen nicht unbedingt betrachtet werden. Ohnehin ist die Größe $10^{-6}/a$ für unsere Überlegungen nicht so relevant. Es wird stets Abweichungen derart geben, dass bestimmte Störfallabläufe unbedingt der Auslegung zugrunde zu legen sind und in den Genehmigungsverfahren berücksichtigt werden müssen; liest dann, wenn ihre Eintrittshäufigkeiten geringer sind als $10^{-6}/a$. Schließlich sind alle Beteiligten bestrebt, die Auslegung so durchzuführen, dass insgesamt eine Risikominderung im Sinne einer Fortentwicklung der Anlage gegeben ist.

Wie muss eine Ereignisablauf- oder Störfallanalyse nach unserer Meinung durchgeführt werden?

Jede Störfall- oder Ereignisablaufanalyse beginnt mit der Festlegung der auslösenden Ereignisse (**Bild 4**), z.B. der Ausfall einer Pumpe oder der Bruch einer Rohrleitung. Die Häufigkeit auslösender Ereignisse bezeichnen wir mit H . Darunter ist jenes auslösende Ereignis zu verstehen, das eine Ferntechnische Anlage veranlasst, aus dem Normal- oder Bestimmungsgemäßen Betrieb einen dynamischen Vorgang abzuleiten, in dessen Verlauf es zu Abweichungen von den Sollwerten kommt. In diesem Zusammenhang ist auch die nächste Größe, der Ausgangszustand, zu sehen. Ist der Reaktor abgeschaltet oder befinden sich Teile der Anlage in Reparatur, sind wahrscheinlich Fehlhandlungen im Bereich des Primärkreises nicht so entscheidend. Wenn es auf Brennstoff- oder ähnliche Belastungen ankommt, ist wichtig, ob sich die Störung im Vollast- oder Teillastbetrieb ereignet. Werden im Verlaufe dieses Ereignisses bestimmte Grenzwerte erreicht, so dass Schutzaktionen angeregt werden, ist von Bedeutung, ob sich die betreffenden Regel- oder Schutzeinrichtungen in dem von der Verfügbarkeit her optimalen Zustand befinden. Ist eine dieser Einrichtungen wegen Reparatur weggeschaltet oder fällt ein Teilsystem im Anforderungsfall aus, dann ist dies ein zusätzliches Versagen. Alle diese Größen beschreiben oder beeinflussen einen charakteristischen Ereignisablauf. Das Produkt aus Häufigkeit (H_E) mit den Wahrscheinlichkeiten (P_A und P_V) zeigt uns dann, wie häufig dieser charakteristische Ereignisablauf (Häufigkeit H) ist.

Die Häufigkeit des auslösenden Ereignisses liegt zwischen $1/a$, d.h., ein Ereignis, das jederzeit eintreten kann, und $10^{-6}/a$, einem Ereignis, mit dem in einem überschaubaren Zeitraum nicht gerechnet werden muss.

Diese Skala der Eintrittshäufigkeiten legen wir einer Klassifikation zugrunde, um eine Aufteilung im Schema zu erreichen.

Bei der reinen Risikoüberlegung würden wir zu den Häufigkeiten den Schadensumfang ermitteln, dann ein Produkt bilden und z.B. anhand einer Farmerkurve feststellen, ob das Ergebnis akzeptabel ist oder nicht. Weil dieser Weg aber viel zu umständlich ist, gehen wir pragmatisch vor. Dies entspricht internationaler Praxis, insbesondere der Vorgehensweise in den USA.

Zunächst möchte ich hervorheben, dass wir Klassen haben, denen wir Grenzwerte und Schutzziele, die dem jeweiligen Schadensumfang entsprechen, zuordnen. Neben der primären Eintrittshäufigkeit sind die Darstellung des Ausgangszustandes und die zusätzlichen Versagen (**Bild 5**) charakteristisch für die Größe H_i .

Zur Klassifikation können wir die Begriffe von **Bild 6** heranziehen.

Unter "Bestimmungsgemäßer Betrieb" verstehen wir zunächst den Normalbetrieb, d.h., die Anlage erzeugt Strom und der Betrieb bewegt sich nur in den zulässigen Intervallen um den Normalbetrieb. Neben dem Bestimmungsgemäßen Betrieb kennen wir noch die Definition "Anomaler Betrieb"; ein Betriebszustand, während dem auch Schutzsysteme zum Eingriff kommen können. Zum Bestimmungsgemäßen Betrieb gehören aber auch Wartung, Instandsetzung und Inspektion, zusammengefasst unter dem Begriff "Instandhaltungsvorgänge".

Der Schwerpunkt der zukünftigen Aufgaben des UA-SF wie auch der anderen KTA-Unterausschüsse und Arbeitsgremien, die das Konzept vervollkommen sollen, wird allerdings im Bereich "Störfall" liegen.

Nach vielen Diskussionen kam noch der Begriff "Unfall" hinzu, der jenseits der Grenze "Störfall" liegt.

Wir haben zuletzt über die Klassifikation der Ereignisabläufe nach ihrer Häufigkeit gesprochen. Ich werde Ihnen erläutern, was wir innerhalb dieser 5 Ereignisklassen getan haben und komme damit zum zweiten Faktor unserer Risikoformel, dem Schadensumfang (SU). Jeder Ereignisklasse ordnen wir eine entsprechende Grenzwertklasse zu, d.h., der Ereignisklasse 1 die Grenzwertklasse A, der Ereignisklasse 2 die Grenzwertklasse B usw.. In der Grenzwertklasse wird angegeben, welche Grenzwerte, sprich: Schutzziele, einzuhalten sind, um der jeweiligen Klasse zu genügen.

Ich möchte noch einmal zur Eintrittshäufigkeit (H_i) zurückkehren und auf die einzelnen Klassen 1 bis 5 noch etwas näher eingehen.

Wichtig ist folgendes:

Zu beachten ist, dass wir die Häufigkeiten in 5 Klassen eingeteilt, aber für die Grenzwert- oder Schutzzielklassen nur eine Unterteilung in 4 Stufen, nämlich A, B, C und D vorgenommen haben, die den Ereignisklassen 1 bis 4 zugeordnet werden. Für die Ereignisklasse 5 haben wir deshalb eine modifizierte Grenzwertklasse "D_{partiell}" eingeführt, über die ich später noch sprechen werde.

Die gesamte Bandbreite aller angenommenen Ereignisabläufe ist, wie Sie aus **Bild 7** ersehen können, in die drei großen Begriffe Bestimmungsgemäßer Betrieb, Störfall und Unfall untergliedert. Ich wiederhole hier noch einmal kurz: der Bestimmungsgemäße Betrieb beinhaltet alle Instandhaltungsvorgänge, den Anomalen Betrieb und den Normalbetrieb. Der Anomale Betrieb ist hier ein Anteil des Bestimmungsgemäßen Betriebs. Den Bestimmungsgemäßen Betrieb haben wir in die Ereignisklassen 1 und 2 unterteilt; hierbei ist der Normalbetrieb im wesentlichen Klasse 1 und der Anomale Betrieb Klasse 2. Für die Störfälle gibt es die Klassen 3 und 4, die Klasse 5 ist den Unfällen vorbehalten. Die jeweils zugeordneten Häufigkeiten pro Jahr haben wir darunter geschrieben.

Unter Anomaler Betrieb verstehen wir Ereignisse, die häufiger als $3 \times 10^{-2}/a$ sind. Bei den Störfällen der Ereignisklasse 3 ist das Intervall mit $3 \times 10^{-2}/a$ bis $1 \times 10^{-4}/a$ vorgegeben und für die Ereignisklasse 4 haben wir die Grenze $< 1 \times 10^{-4}/a$. Sicher werden Sie jetzt fragen: aus welchem Grunde haben wir nicht auch dort eine obere und untere Grenze angegeben?

Wir müssen davon ausgehen, dass aufgrund des heutigen Standes von Wissenschaft und Technik, administrativer oder deterministischer Vorgaben, bestimmte Ereignisabläufe zwar in die Unfallklasse (Ereignisklasse 5) gehören, aber trotzdem eine Zuordnung in die Ereignisklasse 4 vorgenommen wird, weil z.B. die Schutzziele der Klasse B unbedingt eingehalten werden müssen.

Bei Betrachtung von **Bild 7** stellen wir fest: die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein angenommenes Ereignis ereignet, wird, von links nach rechts gehend, stetig geringer. Die Grenzwertklassen, die wir darunter zugeordnet haben, sind links sehr restriktiv. Radiologisch gesehen würde das bedeuten, dass wir in den Ereignisklassen 1 und 2 von Dosisleistungen 30/90 mrem sprechen, während wir in den Ereignisklassen 3 und 4, gemäß den Richtlinien in § 28, Absatz 3 der StrlSchV, die Dosiswerte 5/15 rem zugrunde legen müssen. Auch bei der Ereignisklasse 5, die dem Unfall vorbehalten ist, kann es sein, dass wir die gleichen Grenzwerte einhalten. Das sind aber normalerweise Störfälle, die in der Auslegung keine Rolle spielen. Dafür gibt es Notfallvorsorgen, durch die die Ereignisklasse 5 im wesentlichen abgedeckt wird.

Zum besseren Verständnis möchte ich noch einmal die Merkmale der einzelnen Ereignisklassen darstellen:

Über die Ereignisklasse 1, den Normalbetrieb, brauche ich nicht zu sprechen (**Bild 8**).

Die Ereignisklasse 2 beinhaltet im wesentlichen angenommene Ereignisabläufe, mit deren Eintreten während der Betriebszeit der Anlage zu rechnen ist. Beispiele sind im Konzept aufgeführt.

Unter der Ereignisklasse 3 (**Bild 9**) verstehen wir angenommene Ereignisabläufe, deren Eintreten innerhalb der Lebensdauer einer Anlage nicht erwartet wird. Bei mehreren Anlagen an einem Standort ist es jedoch nicht ausgeschlossen, dass sich in irgendeiner dieser Anlagen eine Störung der Ereignisklasse 3 ereignet.

Die Ereignisklasse 4 hingegen beinhaltet Ereignisabläufe, mit deren Eintreten bei keiner Anlage gerechnet wird, die jedoch bei der Auslegung als Grenzfälle zu Grunde zulegen sind.

Schließlich kommen wir zu der Ereignisklasse 5 (**Bild 10**). Das sind angenommene Ereignisabläufe, mit deren Eintreten bei keiner Anlage gerechnet wird, gegen deren Folgen die Anlage jedoch schadenseingrenzende Eigenschaften besitzen muss. Damit wäre das wesentliche zu den Eintrittshäufigkeiten von Ereignisabläufen gesagt.

Auf den Seiten 23 bis 27 des Konzepts (Anhang A) finden Sie Beispiele für angenommene Ereignisse bei Leichtwasserreaktoren. Einen Auszug dieses Anhangs sehen Sie auf **Bild 11**. Wir haben sämtliche Ereignisse, wie sie heute in den Sicherheitsberichten und Gutachten behandelt werden, sowie Vorgaben aus den RSK-Leitlinien angesehen. Diese Beispiele sind nur eine Diskussionsgrundlage und müssen noch präzisiert und vervollständigt werden. Wir haben die angenommenen Ereignisse vorläufig in entsprechende Ereignisklassen eingeordnet. Es sind Vorschläge, von denen in begründeten Fällen abgewichen werden kann. Zuverlässigkeitsanalysen oder umfangreiche Wahrscheinlichkeitsrechnungen sind vielleicht noch nötig, um die Auflistung zu erhärten. Ist die Liste angenommener Ereignisse aber einmal akzeptiert und beschlossen, dann entfällt diese Arbeit. Denn es liegen aus Genehmigungsverfahren der Vergangenheit zahlreiche Analysen vor; auch für Anlagen, die man heute zu den Konvoi - oder Standardanlagen rechnen würde. So grundsätzlich unterschiedlich sind wesentliche Störfallabläufe nicht. Solchen Störfällen haben wir eine Bewertung gegeben, die allgemein akzeptiert ist. Für den relevanten Teil ist nur noch zu prüfen, ob die Grenzwerte eingehalten worden sind. Damit wäre die Arbeit erledigt.

Ich möchte nun auf die Definition des Schadensumfanges (SU) eingehen. Für den Schadensumfang stehen die Schutzziele, deren Kriterien sind die Grenzwertklassen. In **Bild 12** sehen Sie die Definition der allgemeinen Schutzziele, die wir als übergeordnete Schutzziele bezeichnet haben.

Die Aufgabe der Arbeitsgremien wird darin bestehen, zu präzisieren, welche Grenzen einzuhalten sind; d.h., radiologisch gesehen, wo gelten 30/90 mrem, wo 5/15 rem und wie viel wollen wir in den Zwischenbereichen von der einen oder anderen Größe in Anspruch nehmen.

Bezüglich der Integrität der Barrieren wird das erforderliche Maß etwa so charakterisiert:

Bei den Ereignisklassen 1 und 2 sind es Auslegungsziele, deren Grenzwerte durch die Sicherheit gegen eine kritische Heizflächenbelastung bestimmt sein werden, während man bei den höheren Klassen dieses Kriterium nicht mehr einhalten muss; da gibt es z.B. Temperaturkriterien. Ähnliches gilt für die sicherheitstechnischen Systeme.

Auf die Zuordnung von Ereignisklassen und Grenzwerten bin ich bereits kurz eingegangen. Anhand von **Bild 13** möchte ich die Zusammenhänge noch einmal erläutern:

In früheren Diskussionen wurde zur Bestimmung der Ereignisklasse immer nur das primäre Ereignis berücksichtigt. Hatten wir zusätzliche Versagen, bei denen erst diversitäre Anregungen bzw. Schutzmaßnahmen eingeleitet wurden, gingen wir von der zunächst zugeordneten Grenzwertklasse - angenommen, das Primäreignis sei Ereignisklasse 2/Grenzwertklasse B - automatisch in die nächsthöhere Grenzwertklasse C. Sicher kann nach wie vor so vorgegangen werden. Es kann aber auch bei unserer Liste von angenommenen Ereignissen (**Bild 11**), von vorneherein zum Primäreignis ein weiteres Ereignis hinzuaddiert und der Ereignisklasse 3 zugeordnet werden. Hier ist man in der Wahl des Vorgehens frei.

Als Beispiel 1 (**Bild 14**) zur Zuordnung von Schutzzielen und Grenzwertklassen über Grenzwerte haben wir das Primärsystem angesehen. Was verbirgt sich hinter den Grenzwertklassen A, B, C und D?

Die Grenzwertklasse A stellt im wesentlichen die Auslegungsgrenzen dar, bei den Klassen B und C wird das Sicherheitspotential immer mehr in Anspruch genommen. Das heißt, am linken Ende der Grenzwertklassenskala sind die Forderungen sehr restriktiv. Nach rechts gehend werden, der größer werdenden Seltenheit des Störfalls entsprechend, die zulässigen Abweichungen vom wünschenswerten Zustand größer.

Es wurden hier keine einzelnen Größen angegeben, sondern die Forderungen in ein Paket zusammengefasst, wie es in der Regel KTA 3201.2 wiedergegeben ist. In dieser Regel sind für die Betriebsstufen A, B, C und D Grenzwerte angegeben, wie in **Bild 14** dargestellt. Diese Betriebsstufenwerte könnten dann später, wenn das Konzept ausgereift und akzeptiert ist, den Grenzwertklassen zugeordnet werden.

Im Gegensatz zu den Grenzwertklassen A und B sind bei C und D die Grenzen zunächst offen geblieben. Hier haben wir die jeweils einzuhaltenden Werte für die Streck- und Bruchgrenzen vorläufig mit α , β , γ und δ bezeichnet, weil diese im einzelnen noch zu erarbeiten sind.

In **Bild 15** sehen Sie in einem zweiten Beispiel die Zuordnung von Schutzzielen und Grenzwertklassen über Grenzwerte für den Reaktorkern. Wir unterscheiden hier zwischen übergeordneten und untergeordneten Schutzzielen. Dem übergeordneten Schutzziel Hüllrohrintegrität sind hier eine Reihe weiterer Schutzziele, wie Wärmeübergang bzw. Hüllrohrtemperatur, Brennstoffschmelzen, zulässige Anzahl geschädigter Brennstäbe als unmittelbare Folge des Ereignisses und chemische Korrosion mit einer entsprechenden Anzahl von Grenzwerten in den Grenzwertklassen A, B, C und D, untergeordnet.

Beim Wärmeübergang am Hüllrohr wird bei Grenzwertklasse A beispielsweise gefragt, ob kritische Siedezustände auftreten, bei der Grenzwertklasse B ist zu prüfen, ob die Minimale Sicherheit gegen kritische Heizflächenbelastung (MSKHB)-Beziehung erfüllt wird oder nicht, bei der Grenzwertklasse C ist die Frage zu klären, ob wir in den Temperaturbereich von 900°C kommen und schließlich müssen wir bei der Grenzwertklasse D unterhalb der in den RSK-Leitlinien vorgegebenen Grenzwerttemperaturen, hier von 1200°C, bleiben.

Darüber hinaus lassen sich noch Grenzwerte angeben, durch deren Einhaltung vermieden werden soll, dass Brennstoffschmelzen in großem Maße auftritt. Für die Auslegung ist hier vorgesehen, dass in den Grenzwertklassen A und B bzw. Ereignisklassen 1 und 2 der Schmelzpunkt im Zentrum des Brennstabes nicht erreicht wird. Bei der Grenzwertklasse C bzw. Ereignisklasse 3 ist angegeben, wie viel Prozent des Brennstoffvolumens gegebenenfalls schmelzen dürfen und schließlich darf in der Grenzwertklasse D bzw. Ereignisklasse 4 ein ΔH in KJ/kg als Grenzwert nicht überschritten werden.

Beim letzten Schutzzielbeispiel ist schließlich angegeben, wie die Abschaltfähigkeit und damit ausreichende Unterkritikalität gewährleistet werden kann.

Ich komme nun zum Ende meiner Ausführungen und möchte den Inhalt meines Vortrages noch einmal zusammenfassen:

Bei der Bearbeitung des Konzepts haben wir uns an dem Risikogedanken orientiert, jedoch keine Risikostudie durchgeführt. Wir haben eine strenge Zuordnung aller Ereignisabläufe vorgenommen, die sich in einem Kernkraftwerk ereignen können, die für uns denkbar sind und die wir in einem Genehmigungsverfahren untersuchen müssen. Diese Ereignisse ordneten wir in das Schema der Ereignisklassen 1 bis 5 ein.

Nehmen wir abschließend als Beispiel den Ausfall der Hauptwärmesenke an. Innerhalb der betreffenden Klasse sind dort zahlreiche möglichen Fälle angegeben. Aus Erfahrung weiß man aber, dass ein bestimmter Fall der begrenzende, der gravierende ist. Dieser wird dann genauer analysiert. Je nachdem, in welche Ereignisklasse er fällt, wird nachgesehen, ob die Grenzwerte (Schutzziele) entsprechend den Grenzwertklassen B, C oder D erreicht sind. Ist das der Fall, dann heißt das für uns, die Auslegung ist sicher, sie ist so getroffen, dass der Genehmigung einer solchen Anlage aus transienten- oder störfallanalytischen Gesichtspunkten nichts im Wege steht.

Eine der wichtigen zukünftigen Aufgaben wird es sein, die Gesamtzahl der Grenzwertklassen noch zu präzisieren. Das kann aber niemals die Aufgabe des UA-SF allein sein. Da sind alle KTA-Unterausschüsse und -Arbeitsgremien aufgerufen, mitzuhelfen.

Ich danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Ereignisablauf: Fehlerhaftes Zulaufen der Frischdampfarmaturen beim Siedewassereaktor

Dr. G. Preusche / Kraftwerk Union AG

Ich möchte, meine sehr verehrten Damen und Herren, ein Beispiel geben für die Diskussion eines angenommenen Ereignisses, d.h. der Weg, den Herr Ullrich hier schon diskutiert hat, soll anhand des konkreten Beispiels "Fehlerhaftes Zulaufen der Frischdampfabsperrearmaturen beim Siedewassereaktor" durchlaufen werden. Das Beispiel ist bereits im Konzept (KTA-Dok-Nr. UA-SF/81/5) aufgeführt, soll jedoch hier ausführlicher behandelt werden.

Zunächst einige Erklärungen zum physikalischen Ablauf (**Bild 16**): Der Ereignisablauf wird dadurch ausgelöst, dass die 4 Frischdampfisolationsventile zulaufen und dann innerhalb weniger 100 ms den Dampfstrom aus dem RDB absperren und auf Null bringen. Das führt dazu, dass der Reaktordruck mit einer Geschwindigkeit von ca. 9 bar/s ansteigt. Der Anstieg des Reaktordruckes wird dadurch abgefangen, dass Sicherheits- oder Entlastungsventile öffnen und wieder Dampf aus dem RDB abführen. Weiterhin bewirkt der Anstieg des Reaktordruckes, dass der Dampfblasengehalt im Kern sinkt. Damit wird die Moderation im Kern verbessert und die Leistungserzeugung (der Neutronenfluss) steigt an. Ohne Gegenmaßnahmen sind Anstiege von mehreren 100 % möglich. Diese Anstiege werden dadurch begrenzt, dass schon frühzeitig eine Schnellabschaltung eingeleitet wird, die dann den Neutronenflussanstieg begrenzt und den Neutronenfluss schließlich auf Null reduziert. Dem Neutronenfluss folgt dann verzögert der Wärmefluss in das Kühlmittel, der ein Maß für die Beanspruchung der Brennstoffhüllen ist (die Brennstofftemperatur, die ein Maß für die Beanspruchung des Urantrioxid ist, weist etwa das gleiche zeitliche Verhalten auf, wie der Wärmefluss). Der Kerndurchsatz wird reduziert, da gleichzeitig mit der Auslösung der Schnellabschaltung bei deutschen Siedewassereaktoren die Hauptkühlmittelpumpen auf Minimaldrehzahl abgefahren werden.

Vor der Diskussion dieses Ereignisablaufes sollen noch zwei Erläuterungen zu dem vom UA-SF im "Konzept" definierten Begriff "Angenommenes Ereignis" gegeben werden (**Bild 17**):

- Ein seltener Vorfall, der aber dem Normalbetrieb zugeordnet ist, fällt nicht unter den Begriff "Angenommenes Ereignis". (In den Sitzungen des UA-SF war das Stichwort für ein seltenes Ereignis, das kein "Angenommenes Ereignis" ist, der "chinesische Minister auf der Warte von Biblis".) "Angenommene Ereignisse" sind nur für die sicherheitstechnische Auslegung eines Kernkraftwerkes zugrunde gelegte Vorfälle.
- Weiterhin sei darauf hingewiesen, dass das Konzept sich nicht mit dem wirklichen Betrieb eines Kraftwerkes beschäftigt, sondern Aussagen zur Auslegung eines Kraftwerkes macht.

Das angenommene Ereignis löst einen Ereignisablauf aus. Dieser Ereignisablauf hängt ab bzw. wird beeinflusst vom angenommenen Ausgangszustand der Anlage und von weiteren Versagensannahmen. Da es verschiedene Ausgangszustände und verschiedene Versagensannahmen gibt, folgt daraus, dass aus einem angenommenen Ereignis eine Vielzahl von Ereignisabläufen entstehen können. Der Konzepttext enthält den Hinweis, dass bei Leichtwasserreaktoren zunächst Ereignisabläufe anzunehmen sind, die im Anhang A aufgeführt werden (**Bild 18**). Dieser Anhang enthält, ähnlich wie auch in amerikanischen Regeln zu finden, eine Liste von angenommenen Ereignissen. Im UA-SF wurde lange darüber diskutiert, ob hier Ereignisabläufe oder auslösende Ereignisse aufgeführt werden sollen. Der UA-SF entschied sich dafür, die auslösenden Ereignisse in der Liste aufzuführen, da die Zahl der Ereignisabläufe praktisch unbegrenzt ist, weil jedes angenommene Ereignis wieder in eine Vielzahl von Ereignisabläufen mündet und die Vorschrift des BMI für die Gliederung eines Standardsicherheitsberichtes eigentlich auch "auslösende Ereignisse" enthält.

Im Anhang A des Konzepts sind etwa 60 angenommene Ereignisse zusammengestellt. Unter Punkt 2.4 ist der Ereignisablauf aufgeführt, der im folgenden diskutiert werden soll.

Dem UA-SF schwebte vor, dieser Liste eine gewisse Verbindlichkeit zu geben und die Zahl der angenommenen auslösenden Ereignisse, d.h. die Größenordnung, nicht wesentlich zu vergrößern oder zu verringern. Dies erfolgte aus einem ganz bestimmten Grund, der später erläutert werden soll.

Weiterhin sei noch auf die Fußnote im **Bild 18** hingewiesen und noch einmal betont, da die Ereignisklassen nicht den auslösenden Ereignissen zugeordnet sind, sondern den Ereignisabläufen. So ist z.B. die Ereignisklasse 2, **Bild 19**, so definiert, dass dieser Ereignisklasse die angenommenen Ereignisabläufe des anomalen Betriebes usw. zugeordnet sind.

Hier sei eine Schwierigkeit erwähnt, die in diesem Zusammenhang aufgetreten ist. Der UA-SF hat sich für eine Liste angenommener Ereignisse entschieden. Dieser Liste müssten eigentlich Häufigkeiten zugeordnet werden. Der UA-SF hat diese Frage lange diskutiert und ist zu dem Entschluss gekommen, in diese Liste doch Klassen einzutragen, die aber dann so definiert sind, dass sie die Ereignisklasse des wahrscheinlichsten Ereignisablaufs angeben, der durch das angenommene Ereignis ausgelöst wird. Das heißt, es wird angenommen, dass alle bedingten Wahrscheinlichkeiten, mit denen die Eintrittshäufigkeit (HE) multipliziert wird (siehe Bild V-1, Seite 4 des Konzepts), den Wert Eins haben und daher die Eintrittshäufigkeit der Häufigkeit des Ereignisablaufes gleich gesetzt werden kann. Der so gefundenen Häufigkeit lässt sich dann die entsprechende Ereignisklasse zuordnen.

Wenn für ein bestimmtes angenommenes Ereignis die daraus folgenden Ereignisabläufe diskutiert werden sollen, besteht die Möglichkeit, eine, zehn, hundert oder tausend Varianten zu diskutieren. Wie viel Varianten tatsächlich diskutiert werden, hängt eigentlich vom Störfallanalytiker ab und wird durch zwei Kriterien bestimmt: Zum einen, wie schwierig es ist, verfahrenstechnisch zu überblicken, welche Varianten wirklich auslegungsbestimmend bezüglich der interessierenden Schutzziele sind, und zweitens wie groß bei diesen auslegungsbestimmten Varianten der Abstand zu den zulässigen Grenzwerten ist. Wenn leicht einzusehen ist, dass eine bestimmte Variante die auslegungsbestimmende ist und wenn mit dieser einen Variante auch die restriktivsten Schutzziele der zugehörigen Ereignisklasse bzw. Grenzwertklasse eingehalten werden können, dann reicht es aus, den einen auslegungsbestimmenden Fall zu diskutieren. Die Erfahrung hat aber gezeigt, dass das praktisch bei keinem Ereignisablauf möglich ist.

Bild 20 zeigt nun, welche durch das Ereignis "Zulaufen der FD Isoventile bei einem SWR" ausgelösten Ereignisabläufe vor etwa 5 Jahren bei einem Siedewasserreaktor diskutiert wurden. Es wurde bewusst ein älteres Beispiel gewählt, um zu zeigen, dass mit dem Konzept des UA-SF das Genehmigungsverfahren nicht völlig verändert werden soll, sondern dass durchaus bewährte Vorgehensweisen beibehalten werden können.

Die im **Bild 20** gewählte Systematik hat die Form eines Ereignisablaufbaumes. Oben links steht als Topereignis, das angenommene Ereignis "Fehlerhaftes Zulaufen der FD-Isoventile". Diesem Ereignis ist eine Häufigkeit zugeordnet - hier 1/a (die in diesem Beispiel angegebenen Häufigkeiten stammen nicht aus einer detaillierten Studie, sondern sind so gewählt, dass sie nicht unvernünftig erscheinen und das Beispiel auch pädagogischen Wert hat, d.h. dass hier einmal alle vorkommenden Klassen und alle Mechanismen die von Interesse sind, diskutiert werden können). Das auslösende Ereignis mündet nun in eine Vielzahl von Ereignisabläufen: Wenn die genannte Bedingung erfüllt ist, ist nach rechts abzubiegen, wenn die Bedingung nicht erfüllt ist, nach links. Für den Anfangszustand der Anlage ist hier die repräsentative Bedingung "Leistung > 100 %" genannt, d.h. der Reaktor wird mit überlast, dem ungünstigsten Zustand der hier gefordert wird, betrieben, oder die Leistung ist < 100 %, d.h. der Reaktor wird normal ohne Oberlast betrieben. Das ergibt die erste Aufspaltung. Die nächsten Aufspaltungen kommen daher, dass dieser Störfall vor 5 Jahren in enger Anlehnung an das Einfehlerkonzept diskutiert wurde. Das heißt, es wurde überlegt, welche Fehlermechanismen einen wesentlichen Einfluss auf den Ablauf der Transiente haben können. Es hat sich dabei herausgestellt, dass von wesentlichem Einfluss ist, ob die erste Reaktorschnellabschaltanregung, die hier von der Position der Durchdringungsventile abgeleitet wird, funktioniert oder ob sie versagt. Weiterhin hat wesentlichen Einfluss, ob das Abfahren der Hauptkühlmittelpumpen und die damit verbundene Reduktion des Kerndurchsatzes bei der

Reaktorschnellabschaltung (RESA) funktioniert oder versagt. Ein dritter Einfluss auf den Maximaldruck besteht darin, ob alle Entlastungsventile - wie geplant - funktionieren oder ob ein Teil versagt (hier ist das Versagen zweier solcher Ventile, die in einer Redundanz angesteuert werden, angenommen). Ein weiterer Einfluss resultiert daraus, ob die spezifizierte Schnellabschaltzeit von 3,5 s eingehalten wird, oder ob durch ungünstige Zustände bzw. Fehler im Schnellabschaltsystem die Schnellabschaltzeit auf einen Wert von 6s verlängert wird (der Wert 6 s wurde für diese Fälle als ungünstigster Wert angesetzt). Der letzte Einfluss, der gemäß RSK-Leitlinien diskutiert werden muss, ist, dass die Reaktorschnellabschaltung komplett versagt, d.h. der ATWS-Fall.

Der Normalablauf in dieser Darstellung ist, dass die Leistung nicht über 100 % sein wird und keine Fehler auftreten (Ablauf Nr. 1 des Ereignisablaufbaumes). Diesem Ereignisablauf lässt sich nun eine gewisse Eintrittshäufigkeit zuordnen, wenn die Eintrittshäufigkeit für das auslösende Ereignis multipliziert wird mit den bedingten Wahrscheinlichkeiten, die mit den Verzweigungen verbunden sind. In **Bild 20** wurde z.B. angenommen, dass mit 90 % Wahrscheinlichkeit keine Überlast vorliegt (d.h. mit 10 % Wahrscheinlichkeit liegt Überlast vor). Weiterhin ist angenommen, dass die erste Reaktorscheellabschaltanregung nur mit einer Wahrscheinlichkeit von 10^{-4} pro Aufruf versagt. Das ist eine hochredundante Anregung; das Nichtversagen hat praktisch die Wahrscheinlichkeit 1. Wenn man diese so gewonnenen Wahrscheinlichkeiten an den einzelnen Verzweigungspunkten aufmultipliziert, kommt man hier zur Eintrittswahrscheinlichkeit von 0,8 / a. Dieser Eintrittswahrscheinlichkeit kann man jetzt entsprechend der Definition der Ereignisklassen eine Ereignisklasse zuordnen. In diesem Beispiel ist es die Ereignisklasse z.

Als weiterer Fall ist aufgeführt, dass z. B. die Reaktorschnellabschaltung komplett versagt, der ATWS-Fall. Für diesen Fall wird an der letzten Verzweigung nochmals mit 10^{-6} multipliziert (d.h. es wird postuliert, dass das komplette Versagen der Reaktorschnellabschaltung eine Wahrscheinlichkeit von 10^{-6} pro Aufruf hat). Damit ist die Gesamtwahrscheinlichkeit $0,8 \times 10^{-6}$. Nach dem Konzept des UA-SF ist dieser angenommene Ereignisablauf in die Ereignisklasse 5 einzustufen, bei der nur schadenseingrenzende Eigenschaften nachgewiesen werden müssen.

Der nächste Fehler, der dann diskutiert wurde, ist die gestörte RESA (Ablauf Nr. 3), d.h. die Abschaltstäbe werden nicht in der spezifizierten Zeit unterhalb von 3,5 s eingeschossen, sondern brauchen bis zu 6s. Hier ist einmal sehr pessimistisch angenommen worden, dass dieser Fall 10 % Wahrscheinlichkeit hat. Dann ergibt sich ein Ereignisablauf mit der Häufigkeit 0,09 / a, das ist Ereignisklasse 2.

Die Diskussion kann nun fortgeführt werden bis zu dem Ablauf Nr. 6. Das ganze Bild wiederholt sich dann noch einmal für die Variante mit Überlast. Nur liegen dann die Wahrscheinlichkeiten und die erwarteten Häufigkeiten eine Zehnerpotenz niedriger.

Der ATWS-Fall aus Überlast wurde in dieser deterministisch durchgeführten Störfallanalyse nicht betrachtet, weil die RSK-Leitlinien fordern, dass der ATWS-Fall vom normalen Betriebszustand der Anlage ausgehend zu diskutieren ist.

Nach dem Entwurf des Ereignisbaumes kann man seinen Ästen, d.h. den betrachteten Ereignisabläufen, Eintrittshäufigkeiten zuordnen, und diesen Eintrittshäufigkeiten, nach dem Konzept des UA-SF, Ereignisklassen. Dabei gibt es allerdings noch eine Feinheit, die anhand des Ablaufes Nr. 8 erläutert werden soll. Der Ablauf Nr. 8 hat eine Eintrittshäufigkeit von 0,01, ist also kleiner als 3×10^{-2} und könnte demnach in die Ereignisklasse 3 eingeordnet werden. Das führt aber zu Schwierigkeiten, da der UA-SF noch folgenden Hinweis in sein Konzept aufgenommen hat: Wenn aus einem auslösenden Ereignis, also innerhalb eines Ereignisablaufbaumes, mehrere Ereignisabläufe abgeleitet werden, dann muss die Summe der Häufigkeiten der davon in eine Ereignisklasse fallenden Ereignisabläufe die Häufigkeitsanforderung dieser Klasse erfüllen (**Bild 21**). Das heißt: Nachdem die Zuordnung der Ereignisabläufe zu den Ereignisklassen vorgenommen wurde, muss für jede Ereignisklasse die Summe der Häufigkeiten gebildet werden. Bei der Klasse 5 ergibt sich aufgerundet eine Häufigkeit von $1 \times 10^{-6}/a$ (**Bild 20** rechts unten); in der Ereignisklasse 4 $1 \times 10^{-4}/a$ und das liegt auch innerhalb der für die Ereignisklasse 4 zugelassenen Häufigkeiten. In der Ereignisklasse 3 würde sich, wenn der Ablauf Nr. 8 mit berücksichtigt würde, $3 \times 10^{-2} /a$ ergeben. Dieser Wert erfüllt aber nicht mehr die Forderung der Klasse 3. Der Störfallanalytiker ist dann verpflichtet, ein willkürlich gewähltes Ereignis aus der Klasse 3

herauszunehmen und in die Klasse 2 zu bringen, um für die Klasse 3 auch in der Summe die Häufigkeitsanforderung zu erfüllen. Wenn dies im Beispiel der Ablauf Nr. 8 ist, dann muss dieser Ablauf auch die schärferen und restriktiveren Schutzziele der Klasse 2 erfüllen.

Der Hintergrund dieser Forderung ist der folgende: Es soll verhindert werden, dass durch beliebig feines Aufspalten des Ereignisablaufbaums beliebig hohe Ereignisklassen erzeugt werden können. Beispielsweise wäre der Fall denkbar, dass bei einem oder zwei Ereignisabläufen der Klasse 2 die erforderlichen Schutzziele nicht erreicht werden können. Ein Ausweg wäre dann, diese Ereignisabläufe abzuspalten. Angenommen der Ereignisablauf macht aus irgend einem Grund im Leistungsbereich zwischen 83 % und 85 % Schwierigkeiten, weil in diesem Bereich vielleicht ein bestimmtes Kriterium anspricht. Dann könnte man diesen Ablauf aus der Klasse 2 herausnehmen, und als gesonderten Ast betrachten. Wenn man diesen Ablauf dann weiter eingrenzt, kann man ihm schließlich eine Wahrscheinlichkeit geben, die nahezu beliebig klein ist und dann in eine andere Ereignisklasse einstufen, bei der weniger restriktive Schutzziele vorgegeben sind.

Das Konzept lässt so etwas zu, wenn diese Ereignisklasse mit weniger restriktiven Schutzzielen noch genügend Raum enthält, d.h. wenn sie noch nicht belegt ist. Das Konzept erlaubt diese Vorgehensweise aber nicht, wenn eine Klasse schon voll belegt ist. Hierdurch wird verhindert, dass man anstatt in 11 z.B. in 1100 Ereignisabläufe aufgliedert. Dies wäre leicht möglich, wenn noch einige Kriterien für Verzweigungen dazugenommen würden. Bei einer Aufspaltung in 1100 Ereignisabläufe wird im Durchschnitt jeder Ereignisablauf eine um zwei Zehnerpotenzen geringere Eintrittshäufigkeit haben und dann würden sich diese 1100 Ereignisabläufe wahrscheinlich überwiegend in den Klassen 4 und 5 ansammeln. Um dies zu verhindern, hat der UA-SF die Forderung mit der Häufigkeitssumme eingeführt.

Auf der anderen Seite kann man auch die Häufigkeiten beliebig klein machen, in dem man die Anzahl der angenommenen Ereignisse beliebig groß wählt. Es wurde erwähnt, dass die vorgeschlagene Liste angenommener Ereignisse etwa 60 Ereignisse enthält. Wenn aber beispielsweise jemand eine Liste mit 6000 angenommenen Ereignissen aufstellen würde, wäre natürlich klar, dass im Durchschnitt jedes Ereignis eine um zwei Zehnerpotenzen geringere Eintrittshäufigkeit hätte. Damit hätten im Durchschnitt auch die Ereignisabläufe um zwei Zehnerpotenzen geringere Eintrittshäufigkeiten und somit auch niedrigere Ereignisklassen, d.h. Klassen mit weniger restriktiven Schutzzielen. Diese Möglichkeit wurde ausgeschlossen durch die Forderung, dass man sich in den angenommenen Eintrittsereignissen an der Tabelle des Anhanges A, die etwa 60 Ereignisse enthält, zu orientieren hat. Ein weiterer Gesichtspunkt ist, dass man nicht alle Abzweige betrachten muss. Bei einem Teil dieser Fälle muss dann dem betrachteten Ast die Wahrscheinlichkeit 1 zugeordnet werden. Damit wird die Forderung erfüllt, dass die Summe aller Häufigkeiten der Ereignisabläufe gleich der Häufigkeit des Eintrittsereignisses ist.

Nachdem man den Schritt "Konstruktion der Ereignisabläufe, Ermittlung der Eintrittshäufigkeiten und Klassifikation der Ereignisabläufe" vollzogen hat, werden in einem weiteren Schritt diesen Ereignisabläufen Schutzziele zugeordnet und schließlich geprüft, ob diese Schutzziele eingehalten werden (**Bild 22**). Bei der betrachteten Transiente sind die interessierenden Schutzziele: 1. "Erhalten der Barriere Brennstoff-Matrix", d.h., dass die maximalen zentralen Brennstofftemperaturen zu begrenzen sind. Bei den Grenzwertklassen A und B wäre der Vorschlag des UA-SF, dass Schmelzen des Brennstoffs verhindert, bei C und D, dass hier im beschränkten Umfang zentrales Schmelzen zugelassen wird. Das z. Schutzziel ist, dass das "Erhalten der Barriere Brennstoffhülle" zu beachten ist. Das heißt, dass

- im Normalbetrieb, also in der Ereignisklasse 1 und der dazu gehörenden Grenzwertklasse A, DNB zu vermeiden ist, und dass
- im bestimmungsgemäßen Betrieb unter Punkt "anomaler Betrieb" (Ereignisklasse 2 und Grenzwertklasse B), die Hüllentemperaturen so zu begrenzen sind, dass die Brennstäbe während des Ereignisses intakt bleiben und auch nach dem Ereignis noch uneingeschränkt weiter verwendungsfähig sind.

Unter D - C wird zunächst übersprungen - liegt es nahe, die RSK-Notkühlkriterien anzusetzen. Unter C gibt es eigentlich im Augenblick auch nur dieses Kriterium. Der Philosophie des Papiers

entsprechend wäre es sinnvoll, vielleicht hier einen neuen Grenzwert für eine Temperatur unterhalb von 1200° C vorzuschlagen.

Das weitere wichtige Kriterium oder Schutzziel das bei diesem Störfallablauf zu betrachten ist, ist 3. das "Erhalten der Barriere Druckführende Umschließung". Hier liegt es nahe, die Betriebsstufen von KTA 3201.2 zugrunde zu legen. In **Bild 22** steht zunächst rein schematisch A, B, C, D. Es sei aber betont, dass diese 1:1-Zuordnung nicht zwingend ist, und dass eine Betriebsstufe nach KTA 3201 etwas anderes ist, als eine Grenzwertklasse. Bei einer anderen Komponente der Anlage könnte z.B. durchaus die Grenzwertklasse B der Betriebsstufe A oder C zugeordnet werden. Auch könnte in der Grenzwertklasse D Betriebsstufe C stehen, wie in den RSK-Leitlinien vorgeschlagen wird. In amerikanischen Verfahren wird darüber z. Zt. diskutiert, ob bei ATWS die Betriebsstufe C oder D anzusetzen ist.

Das 4. und letzte Schutzziel besteht im "Erhalten der Barriere Sicherheitsbehälter", denn es wird beim hier betrachteten Ereignisablauf über die Entlastungsventile Dampf in das Druckabbau-system geblasen. Hier haben wir bewusst verzichtet, entsprechende Vorschläge wie bei 1 bis 3 zu formulieren. Sinnvoll wäre vielleicht auch hier eine Gliederung nach A, B, C, D. Wir wissen aber, dass traditionellerweise in der untersten Zeile von **Bild 22** eher A steht. Das müsste noch diskutiert werden. Sind die Schutzziele nun festgelegt (das wird vornehmlich die Aufgabe anderer Gremien außerhalb des UA-SF sein und soll in Zusammenarbeit mit ihnen geschehen), sind die einzelnen Ereignisabläufe zu diskutieren und es ist zu prüfen, ob die Schutzziele eingehalten werden: **Bild 23** enthält in der oberen Hälfte' das schon ausführlich diskutierte **Bild 20**.

Der untere Teil des **Bildes 23** vergleicht nun die für die einzelnen Ereignisabläufe nach **Bild 22** zulässigen Grenzwerte (Zeilen "zul.") mit den in der Störfallanalyse ermittelten Werten für die zentrale Brennstabtemperatur (T_B), die maximale Hüllentemperatur (T_H) und den maximalen Druck (p). Hierzu ist zu bemerken, dass für die einzelnen Ereignisabläufe nur teilweise Simulationsrechnungen durchgeführt worden sind, und zwar ausgehend vom Normalbetrieb. Für die Ereignisabläufe, die dem Überlastzustand zugeordnet sind, wurden keine eigenen Simulationsläufe durchgeführt. Die für Überlast $N > 100\%$ angegebenen Werte für T_B , T_H und p entstanden dadurch, dass in einer Parameterstudie der Zeitfluss der Ausgangsleistung auf die Einzelvariablen ermittelt wurde und dann, ausgehend von den Rechnungen für Nennlast, jede Variable mit einem Zuschlag für die Überlast belegt wurde. Auch im Konzept des UA-SF wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass nicht alle Ereignisabläufe rechnerisch durch Simulationsrechnungen zu analysieren sind, sondern dass auch mit Plausibilitätsbetrachtungen oder mit begründeten Extrapolationen gearbeitet werden kann.

Zum Schluss sollen noch beispielhaft die Werte für die Druckführende Umschließung diskutiert werden (unterste Zahlenreihe von **Bild 23**). In der Ereignisklasse 2, die nach **Bild 22** der Betriebsstufe B zugeordnet ist, ist der 1,1-fache Auslegungsdruck zulässig. Er liegt beim Siedewasserreaktor üblicherweise bei 96 bar. Erreicht werden 87,4 bar; also unterhalb des zulässigen Grenzwertes, die Transiente ist akzeptabel. Für den zweiten Fall, Ereignisklasse 5 (ATWS-Verlauf), ist nach RSK-Richtlinien Betriebsstufe C zulässig, nach dem Vorschlag des UA-SF Betriebsstufe D. Die Betriebsstufe C lässt hier schon Werte von über 130 bar zu. Der Betriebsstufe D entsprechen noch höhere Werte (die Analysen sind nicht zur Ermittlung des Grenzwertes der Klasse D durchgeführt worden; sie müssten auch plastische Analysen beinhalten). Im **Bild 23** wurde daher konservativ von der Annahme $p_{\text{zulässig}} = 130$ bar ausgegangen. Es ist zu erkennen, dass der maximale Druck mit 98 bar etwa beim 1,1-fachen Auslegungsdruck liegt, also weit G unterhalb des zulässigen Druckes. Der Ablauf 3 stellt wieder ein Ereignis der Klasse 2 dar. Hier sind 96 bar einzuhalten; die Rechnung ergab 90,2 bar. Auch dieser Wert liegt auf der sicheren Seite. So lassen sich jetzt alle Ereignisabläufe durchdiskutieren und -rechnen.

Zum Abschluss soll noch auf folgenden wichtigen Aspekt hingewiesen werden: Es werden hier nicht nur realistische Ereignisabläufe, sondern auch abdeckende Ereignisabläufe diskutiert. Zum Beispiel ist der Ablauf 1, der hier als wahrscheinlichster Fall I mit 0,8 pro Jahr angenommen wurde, bereits wieder ein abdeckender Fall. Bei den Analysen wurde z.B. angenommen, dass der Störfall gerade zum Zyklusende auftritt, dass also die Steuerstäbe praktisch voll aus dem Kern ausgefahren sind und deshalb die geringste Schnellabschaltwirksamkeit vorliegt. Weiterhin wurde

angenommen, dass der Fehlermodus, der zum Zulaufen der Ventile führt, der ungünstigste denkbare ist; der weitaus wahrscheinlichste Fehlermodus führt nämlich zu wesentlich günstigeren Ergebnissen.

Damit soll noch einmal betont werden, dass auch im Fehlerbaum abdeckende Fälle betrachtet werden. Was aber als abdeckend gewählt wird und wie fein die abdeckenden Fälle gestuft werden, ist Sache des Störfallanalytikers.

Damit möchte ich mein Referat beenden und hoffe, dass ich Ihnen den Ablauf einer Analyse, so wie wir sie uns im UA-SF vorgestellt haben, etwas erläutern konnte. Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Aufgaben der KTA-Unterausschüsse und Arbeitsgremien

Dipl.-Ing. H. Stute / KTA-Geschäftsstelle

In den Referaten der Herren Ullrich und Dr. Preusche haben wir die fachliche Darlegung des Konzepts zur Kenntnis genommen und Gelegenheit gehabt, fachliche Verständnisschwierigkeiten auszuräumen, soweit sie als solche bisher erkannt worden sind. Wir haben erkannt, dass der Brückenschlag zu einem probabilistischen Konzept zur Gewährleistung eines Risikos als Idealziel von der Zuverlässigkeit der Anlage und ihres Sicherheitssystems - also dem Verbund von technischen Einrichtungen, personellen und organisatorischen Vorkehrungen - ausgehen muss. Die starre Kopplung von Ereignisablaufklassen an Grenzwertklassen und damit systembezogenen Grenzwerten ist die deterministische Komponente in diesem Konzept. Qualitativ und wo immer sinnvoll und möglich auch quantitativ differenzierte Anforderungen, die der Einhaltung festzulegender systembezogener Grenzwerte mit unterschiedlicher - wenn auch bisher nicht quantifizierter - Zuverlässigkeit Rechnung tragen sollen, sind jedoch wesentlicher Inhalt des KTA-Regelwerks.

Ich möchte versuchen, Ihnen Hinweise zu geben, wie die Prüfung dieses Konzepts auf seine praktische Verwendbarkeit und Umsetzung hin durch die KTA-Unterausschüsse und ihre Arbeitsgremien im Sinne der Erfüllung der Empfehlungen des Präsidiums aus der Sicht der Geschäftsstelle erfolgen kann.

Die erste Empfehlung des Präsidiums lautet:

1. Das KTA-Präsidium bittet die KTA-Unterausschüsse und ihre Gremien, das "Konzept für Kriterien zur Bewertung von angenommenen Ereignisabläufen", KTA-Dok.-Nr. UA-SF/81/5 als Arbeitsgrundlage zu benutzen mit der Zielsetzung, dass Ereignisabläufe in KTA-Regeln auf dieser Grundlage einheitlich behandelt werden.

Hierzu bittet das Präsidium die Obleute der betroffenen Unterausschüsse, die bei der Anwendung des Konzepts gewonnenen Erfahrungen und Anregungen dem Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN zu berichten.

Für die Lösung sich ergebender Sachfragen werden die Obleute des Unterausschusses STÖRFALLFRAGEN und des betroffenen Unterausschusses gebeten, gemischte Gremien zu bilden.

Als erstes erscheint es erforderlich, dass auf den Sitzungen der Unterausschüsse umgehend geprüft wird, ob und inwieweit die Problematik des Konzepts für die in die Zuständigkeit des jeweiligen Unterausschusses fallenden Regelvorhaben relevant ist. Hierzu ist ein entsprechender Punkt auf die Tagesordnung der nächsten Unterausschusssitzung zu setzen und genügend Zeit vorzusehen.

Die Geschäftsstelle veranlasst, dass sowohl die betroffenen Arbeitsgremien als auch der UA-SF vom Ergebnis dieser Prüfung informiert wird. Als Ergebnis dieser Prüfung sollten die Regelvorhaben deutlich erkennbar werden, die sich als Schwerpunkte bei der Anwendung und Umsetzung des Konzepts abzeichnen. Die Prüfung dieser Relevanz möge sich an Bild V-1, S. 4 des Konzepts orientieren:

- Sind in den jeweiligen Regelvorhaben - auch bereits publizierten Regeln - und für deren Anwendung Aussagen
 - zu auslösenden Ereignissen von Ereignisabläufen

- zum Ausgangszustand für Ereignisabläufe
- zu zusätzlichem Versagen, z.B. aufgrund der spezifischen Gültigkeit des Einzelfehlerkriteriums, Annahmen zur Reparatur und Folgeversagen

vorhanden und im Sinne des Konzepts auch identifizierbar, notwendig oder zu erwarten?

Bei der Behandlung dieser Fragen sind in der Unterausschuss-Sitzung zweckmäßigerweise Vertreter (z.B. der Obmann) der Arbeitsgremien mit hinzuzuziehen, nicht um die Fragestellung unmittelbar in das Arbeitsgremium zu transferieren, sondern um bei der Meinungsbildung des Unterausschusses sachkundige Informationen beisteuern zu können.

Wenngleich Aussagen zur Wahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit z.Zt. nicht als primäre Aufgaben der Arbeitsgremien erwartet werden, so sind Diskussionsbeiträge der Arbeitsgremien hierzu jedoch durchaus erwünscht. Diese erscheinen umso mehr erwünscht, als der UA-SF in seinem Konzept im Anhang A auf S. 23 angenommene Ereignisabläufe bei Leichtwasserreaktoren vorschlägt, dass die erwartete Häufigkeit und damit die Ereignisklasse im Regelfall durch die Häufigkeit des auslösenden Ereignisses bestimmt werden soll: Es werden keine zusätzlichen Versagensereignisse und der Nennbetriebszustand angenommen. Die Unterstellung solcher Bedingungen ergibt jedoch je nach Häufigkeit und Zahl sehr viele Varianten von Ereignisabläufen (s. S. D-12 und D-17). Ihre Häufigkeit, ihr Ausschluss oder ihre deterministische Unterstellung lässt sich jedoch nur durch entsprechende Qualität der diese Bedingungen bestimmenden Systeme begründen oder sie sind aufgrund übergeordneter Vorschriften (z.B. Sicherheitskriterien, RSK-Leitlinien, Basissicherheit) deterministisch zu unterstellen.

Zur Lösung sich diesbezüglich abzeichnender Sachfragen wird die Geschäftsstelle Sorge tragen, dass Mitglieder des UA-SF zu den Sitzungen der betreffenden Unterausschüsse, insbesondere jedoch der Arbeitsgremien, herangezogen werden. Dem UA-SF wird diese Wechselbeziehung zur parallelen Erledigung seiner Aufgabe,

- die Ereignisabläufe zusammenzustellen, zu klassifizieren und die Randbedingungen festzulegen

gemäß der Empfehlung 4 des Präsidiums von Vorteil sein, auf die noch eingegangen wird.

Die zweite Empfehlung des Präsidiums lautet:

2. Das KTA-Präsidium bittet alle Unterausschüsse, ausgenommen die Unterausschüsse für allgemeine Aufgaben, systemspezifische Grenzwerte für die einzelnen Grenzwertklassen auf der Grundlage des Konzepts zu erarbeiten und dem Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN mitzuteilen. Diese Arbeiten sollten bis Sommer 1982 abgeschlossen werden.

Der zweite Punkt der Empfehlung des Präsidiums betrifft die Erarbeitung der systemspezifischen Grenzwerte für die einzelnen Grenzwertklassen durch die Unterausschüsse, wobei hier Wert auf die Festlegung der systemspezifischen über- und untergeordneten Schutzziele zu legen ist. Wenn auch hier die Unterausschüsse angesprochen sind, so wird die Hauptarbeit in enger Zusammenarbeit mit den Arbeitsgremien erfolgen müssen. Die im Anhang B S. 28 und S. 29 aufgezeigten Beispiele für Kern-, Primär- und Sekundärsystem sowie den Sicherheitsbehälter sind auf die entsprechenden Regelvorhaben der 3100 er, der 3200 er und der 3400 er Reihe zu transponieren, auf Richtigkeit, Vollständigkeit, Kompatibilität und Erkennbarkeit in den Regeln bzw. Regelvorhaben zu prüfen.

Je nach Ergebnis dieser Prüfungen werden Aussagen erwartet, ob Regeln geändert werden müssen, ob der Anhang B geändert werden muss, ob er zweckmäßigerweise in Regeln zu integrieren ist u.ä.

Schwieriger dürfte die Aufstellung eines solchen Schemas von Schutzzielen und Grenzwertklassen für Systeme werden, für die die Anwendung der Zuordnungskriterien

- Betrieb

- Strahlenbelastung
- Integrität
- Funktionsfähigkeit

nicht so transparent und eindeutig ist, ich denke an Hilfs- und Nebenanlagen, an Anlagen, zur Medienversorgung und Leittechnik.

Die dritte Empfehlung des Präsidiums lautet:

3. Das KTA-Präsidium bittet die Unterausschüsse INSTRUMENTIERUNG UND REAKTORSCHUTZ, KREISLÄUFE 2 und STARKSTROM, abgestufte Anforderungen an die Funktionssicherheit von elektrischen und mechanischen Geräten und Komponenten aufzustellen. Diese Arbeiten sollten in enger Zusammenarbeit mit dem Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN erfolgen und bis Ende 1982 abgeschlossen werden.

Diese Empfehlung des Präsidiums zielt nicht zuletzt auf die Problematik, die letztlich in allen zu prüfenden Regelvorhaben zu diskutieren sein wird, ab, und die durch folgende Frage verdeutlicht werden kann:

- Welche Art von Konsequenzen kann man für die Auslegung der Komponenten und Systeme, möglicherweise auch für organisatorische Vorkehrungen, in Betracht ziehen, wenn die zuvor genannten Schemata erst einmal aufgestellt sind (z.B. hinsichtlich Redundanz, Prüfungen, Prüfnachweisen)?

Diese Aufgaben werden die Unterausschüsse sicher nur in enger Zusammenarbeit mit den regelerstellenden Gremien lösen können.

Die vierte Empfehlung des Präsidiums lautet:

4. Das KTA-Präsidium bittet den Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN, die Anwendung des vorgeschlagenen Konzepts für den Druckwasserreaktor zu demonstrieren, indem für die wesentlichen angenommenen Ereignisse (aufgeführt im ANHANG A des Konzepts, KTA-Dok.-Nr. UA-SF/81/5)
 - die Ereignisabläufe zusammengestellt, klassifiziert und die Randbedingungen festgelegt werden,
 - die Einhaltung der Schutzziele auf der Basis der bisher vorläufig festgelegten Grenzwerte überprüft wird.

Hierzu wird der Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN gebeten, für die Demonstration ein Arbeitsprogramm aufzustellen.

Die Vorgehensweise für die Zusammenstellung, Klassifizierung und Festlegung der Randbedingungen, wie sie in Punkt 4 der Empfehlungen des Präsidiums durch den UA-SF erbeten werden, wurde bereits angesprochen. Die Überprüfung der Einhaltung der Schutzziele auf der Basis der bisher vorläufig festgelegten Grenzwerte - Anhang A, S. 28-29 - betrifft im wesentlichen Aufgaben aus den Arbeitsgebieten der Unterausschüsse PRIMÄRKREIS, SICHERHEITS-BEHÄLTER, KREISLÄUFE 2, aber auch die Unterausschüsse, die die 1500 er und 1300 er Reihe bearbeiten.

Die Abwicklung des Gesamtprogramms der Präsidiumsempfehlungen, über dessen Umfang und Schwierigkeiten man sich keine Illusionen machen darf, sollte etwa bis Ende 1982 terminiert sein, d.h., es stehen knapp 1 1/2 Jahre zur Verfügung.

Erfolg kann diesem Programm nur beschieden sein, wenn alle Unterausschüsse und Arbeitsgremien

- die Aufgaben unverzüglich in Angriff nehmen

- die Bereitschaft zum interdisziplinären Dialog durch die Teilnahme von UA-SF-Mitarbeitern an den Sitzungen der angesprochenen Unterausschüsse und der Arbeitsgremien bei Anforderung durch die Geschäftsstelle kein Lippenbekenntnis bleibt. Der Dialog darf nicht bereits an Terminschwierigkeiten scheitern.
- die KTA-Geschäftsstelle den Informationsaustausch der Sitzungsprotokollauszüge mit den jeweiligen Beratungsergebnissen und gegebenenfalls zusätzlichen Erläuterungen durch die Betreuer der KTA-Geschäftsstelle sicherstellt.

Diskussion zu den Vorträgen

Mainzer:

Ich wollte zwei Anmerkungen machen:

1) Man fragt sich, warum die zusätzliche Einführung von Grenzwertklassen notwendig ist. Mir scheint das ein Relikt zu sein aus der Zeit als noch eine Matrix im Gespräch war, wie vorhin angedeutet wurde. Da hätte das einen Sinn ergeben. Man könnte doch diese Grenzwertklassen als spezielle Eigenschaften der Ereignisklassen kennzeichnen, da offenbar eine umkehrbar eindeutige Zuordnung zwischen Grenzwert- und Ereignisklassen besteht.

2) Nachdem den Ereignisklassen eindeutig Grenzwertklassen zugeordnet werden, das ist in der Tabelle 5.1 im Konzept des UA-SF geschehen, und in der Tabelle im Anhang B, Seite 29, den Grenzwertklassen dann ebenso eindeutig Betriebsstufen zugeordnet werden, besteht keine Möglichkeit mehr, gewisse Komponenten individuell und abhängig von ihrer Funktion und sicherheitstechnischen Bedeutung bei gewissen Ereignisklassen oder Ereignisabläufen unterschiedlich zu klassifizieren. Dann würden zwangsläufig alle Komponenten in irgend einem Ereignis ein und derselben Betriebsstufe zugeordnet werden müssen. Dieses Stadium hatten wir bereits vor Jahren durch die Einführung der Betriebsstufen überwunden, die ganz speziell darauf abzielten, die Komponenten unabhängig vom System, individuell und abhängig von ihrer Funktion und sicherheitstechnischen Bedeutung abzusichern. Insofern ist das also nicht konsistent mit dem was wir in der Regel gemacht haben, speziell in KTA 3201.2.

Clausmeyer: .

Ich möchte für den Unterausschuss DRUCKFÜHRENDE UMSCHLIESSUNGEN (UA-DU) die Ausführungen von Herrn Mainzer noch erweitern:

Wir haben, aufbauend auf eine Lastfälleklassifikation, die Beanspruchungsstufen entwickelt, die auf bestimmte Grenzwertkriterien Rücksicht nehmen. Sowohl für die Lastfälle selbst, hinsichtlich Statik und Dynamik dieser Lastfälle, als auch hinsichtlich bestimmter Werkstoffeigenschaften, im Hinblick auf Begrenzung von Formänderungen und Spannungen. Diese Beanspruchungsstufen werden uns immer wieder veranlassen, dass wir bestimmte Komponenten, beinahe unabhängig von ihrem Ereignisablauf, einer solchen Beanspruchungsstufe zuordnen müssen. Eine Regel, wie sie hier angestrebt wird, sollte die Ereignisabläufe beschreiben und klassifizieren, damit wir vom UA-DU dann in der Lage sind, bestimmte Ereignisse abzuschätzen. Wir müssten dann in der Fachregel, im Hinblick auf die Beanspruchungsstufen, die für uns noch weitere Grenzwertkriterien beinhalten, die eigentliche sicherheitstechnische Regel aufbauen. Ich glaube nicht, dass die uns heute vorgestellte Systematik dabei sehr hilfreich sein kann. Ich will auch noch auf einen anderen Punkt hinweisen: In dem einen Diagramm haben Sie gezeigt, dass die Frage des Risikos auch eine Frage der Integrität und der Funktionsfähigkeit ist. Wir haben hinsichtlich der Spannungsbegrenzung für Integrität ganz andere Ansprüche zu stellen, als z.B. für Funktionsfähigkeit. Auch das kann unsere Regelarbeit nur erschweren, wenn das Konzept in der Systematik zu weit geht.

Ullrich:

Zuerst einmal vielen Dank für die Diskussionsbeiträge. Den Widerspruch oder die Schwierigkeiten, die Sie sehen, erkenne ich eigentlich nicht. In dem von mir gezeigten Diagramm zur Systematik

der Ereignisablaufanalyse, hatte ich bislang eigentlich nur die Zuordnung der Grenzwertklassen A, B, C, D erläutert, die dann sinngemäß umgesetzt werden müssen in eine Zuordnung der systembezogenen Grenzwerte. Mit dieser Systematik soll zunächst einmal bei bestimmten Ereignissen ein gewisses Licht ins Dunkel gebracht werden und eine Handhabe geboten werden bei der Überlegung: Was wollen wir noch betrachten, wo soll der Grenzwert liegen. Das schließt überhaupt nicht aus, dass man Ihr Vorgehen in den Unterausschüssen DRUCKFÜHRENDE UMSCHLIESSUNGEN und KREISLÄUFE 2 hier direkt mit integriert. Zu den Systemanforderungen oder den Anforderungsstufen sind wir hier in dieser Diskussion überhaupt noch nicht vorgedrungen. Das konnten wir auch gar nicht. Ich meine also, diese beiden Systeme sollten hier integriert werden. Das muss kein Widerspruch sein. Wichtig ist nur, wenn wir bei der Analysierung irgendeines Ereignisablaufs in irgendeiner Klasse auch bezüglich der Auslegung in den Sicherheitssystemen oder bei der Auslegung der einzelnen Komponenten vom heutigen Stand ausgehen und feststellen, dass die übergeordneten Schutzziele, das können eigentlich nur diejenigen sein, die der Sicherheit der Betriebsmannschaft und dem Personal in der Umgebung dienen, und die erforderlichen Grenzwerte hier sehr zuverlässig eingehalten werden, dann wird man sagen, die Auslegung ist in Ordnung. Wenn Sie jetzt noch andere Hilfskonstruktionen in Ihrer speziellen Regel mit eingebaut haben, widerspricht sich das nicht.

Clausmeyer:

Herr Ullrich, ich will ja auch nicht auf einen Widerspruch abheben, sondern ich möchte vorsichtigerweise darauf hinweisen, dass dieser Entwurf sich selbst bestimmte Grenzen setzt, zunächst einmal hinsichtlich der Begriffsbildung. Wir haben z.B. in KTA 3201.: nicht den Begriff Unfall, sondern wegen der Beanspruchungsstufen eine Klassifikation vorgenommen nach Störfall und Notfall. Dieser Spielraum, der nötig ist für unsere Fachregeln, bedeutet dann aber eine bestimmte Begrenzung im Hinblick auf Ihre Darstellung, die Sie im Anhang in der Tabelle B gebracht haben, z.B. beim Primärkreis. Wir können zwar im Falle A und B relativ gut eine Zuordnung finden, weil da unser Auslegungsfall eng umschrieben ist. Hingegen ist aber z.B. C und D viel weitergehend in der Vielfalt der Möglichkeiten. Da haben wir im Hinblick auf die Spannungsbegrenzung, von uns aus eine bestimmte Komponentenzuordnung vorzunehmen. Insofern ist da kein Widerspruch, sondern bewusst eine Grenzziehung dieser Regel derart, dass die Fachregeln hier einen gewissen Spielraum ausfüllen können.

Ullrich:

Das kann ich eigentlich nur bejahen. Wir haben dort nämlich bewusst gestoppt und die Fachregel muss jetzt das Wissen an dieser Stelle ergänzen. Wahrscheinlich kann es auch dort zu Schwierigkeiten kommen, aber da wird dann die Fachregel das letzte Wort haben; anders kann das gar nicht sein. Wir haben im UA-SF lange über diese Dinge diskutiert. Bei den Ereignissen hatten wir früher eine Dreiklasseneinteilung: Bestimmungsgemäßer Betrieb, Betriebsstörungen und Störfall (Störfall lief dann quasi bis zum Unfall). Nach weiteren Diskussionen haben wir uns schließlich wieder an die amerikanischen ANSI-Regeln angelehnt. Dann kam die Diskussion mit der RSK. Dort wurden wir kritisiert, weil wir bei 10^{-6} aufgehört hatten und es kam zur Einführung einer weiteren Klasse für den Unfall. Damit ist das gesamte Spektrum abgedeckt. Später gab es weitere längere Diskussionen bei der Angleichung der Grenzwertklassen. Das lag auch daran, dass wir eine andere Systematik haben und die Grenzwerte anders definieren. Aber das läuft nun etwa synchron mit dem Vorgehen in den USA. Zu Anfang hatten wir wesentlich weniger Schutzziele oder Grenzwertklassen, weil wir auch die Vielfalt der Differenzierungsmöglichkeiten teilweise gar nicht hatten. Ich bin sicher, wenn wir die Matrix hier ausfüllen wollten, dann würde häufig A und B, vielleicht manchmal noch bei C, die gleiche Grenze stehen und erst in D oder D partiell kommt der Sprung. Die Ausfüllung der Tabelle muss man aber jenen Fachgremien und Arbeitsgruppen überlassen, die sich intensiv mit diesen Gegenständen beschäftigen. Wir haben das nur als Orientierungsschema vorgegeben.

Mainzer:

Es soll ja wohl so sein, dass die Bezeichnungen "Lastfälle" abgelöst werden durch Ereignisse oder Ereignisabläufe. In dem Zusammenhang vermissen wir auf der Festigkeitsseite den Begriff des Auslegungsfall oder der Auslegungsstufe bei den Betriebsstufen, wie sie hier heißen. Wir hatten sie Beanspruchungsstufen genannt. Dieser Begriff Auslegungslastfall oder Auslegungsstufe ist für uns Festigkeitsleute sehr hilfreich und ich frage mich jetzt, wie würde das in dieser Nomenklatur mit diesen Ereignissen und Ereignisabläufen dann heißen müssen. Wir beziehen uns in unseren Tabellen für die Spannungsbegrenzungen und auch für andere Anforderungen im wesentlichen auf den Auslegungsfall bzw. auf die Auslegungsstufe; die kommt in Ihrer Tabelle nicht vor. Ich wollte nur darauf hinweisen, dass das für uns sehr viel Umstellung und Umständlichkeit bedeuten würde, wenn wir auf diesen Begriff verzichten müssten. Ich möchte deshalb noch einmal betonen, dass wir diese eindeutig erscheinende Zuordnung von Grenzwertklassen zu Betriebsstufen oder Auslegungsstufen, wie wir bisher gesagt haben, nicht brauchen können.

Preusche:

Ich möchte zu zwei Punkten der Diskussion Stellung nehmen: 1. Zu der vermuteten starren Zuordnung zwischen den Ereignisklassen, die man unserem Konzept zuschreibt, und den Betriebsstufen, und 2. zu dem Auslegungsfall.

Zunächst zu Punkt 1: Unser Konzept schreibt nicht zwingend vor, was hier verschiedentlich vermutet wird, dass einer Ereignisklasse eindeutig eine Betriebsstufe für alle Systeme zugeordnet wird. Hingegen sprechen wir bewusst von Systemen und komponentenbezogenen Grenzwerten. Da kann es durchaus sein, dass für die Ereignisklasse oder Grenzwertklasse C, z.B. für ein Notkühlsystem, Betriebsstufe B oder auch vielleicht D zugeordnet wird. Deshalb sprechen wir hier ganz bewusst nicht von Betriebsstufen, sondern von Grenzwertklassen, in die dann die zuständigen Fachgremien die Grenzwerte einschieben, die sie für vernünftig halten. Wir hatten nicht die Absicht, die Regel KTA 3201.2 und die dort enthaltene Flexibilität in der Zuordnung zwischen Lastfällen und Betriebsstufen irgendwie zu unterlaufen. Wir sehen durchaus die Chance, dass in der Zusammenarbeit mit den zuständigen Arbeitsgremien diese Flexibilität hier eingebracht werden kann.

Nun zu Punkt 2, dem Auslegungsfall: Wir reden nur von Transienten oder Ereignisabläufen die tatsächlich in der Anlage auftreten. Der Auslegungsfall gehört nicht dazu. Den Auslegungsfall müssen sich dann die Festigkeitsfachleute, oder wer auch immer sich mit den Komponenten beschäftigt, selbst formulieren. Entweder aus dem Lastkollektiv oder aus dem was wir vorgeben. Ich würde deshalb sagen: Der Auslegungsfall gehört nicht in unsere Klassifikation.

Schön:

Sie gehen in ihrem Konzept im Grunde genommen von dem Risikobegriff aus, der ein Produkt von zwei Größen ist und Sie nehmen eine Größe als konstant an. Dann sind Sie aus sicherheitstechnischer Sicht gezwungen, für diese Größe den größtmöglichen Schadensumfang aller möglichen Ereignisse zugrunde zu legen. D.h., Häufigkeit und Umfang Ihrer Schutzmaßnahmen werden immer so bemessen, als ob der größtmögliche Schadensumfang eintritt. Das ist die Konsequenz Ihres Konzeptes. Das hieße, auch bei kleinem Schadensumfang müssen wir dennoch mit einem sehr großen rechnen. Ich sehe darin eine Gefahr des Überforderns in gewissen Punkten, und wie Sie selbst feststellten, dass man in der Klasse 5 nicht bei 10^{-6} aufhören kann. In ganz ernstesten Fällen muss man dann weitergehen. Praktisch eine Vernachlässigung von sicherheitstechnischen Erfordernissen, wie sie auch z.B. in Gesetzen festgelegt ist. Sie folgen im Prinzip mit der Risikobetrachtung etwa dem, was auch im Bereich des Explosionsschutzes, und ich komme aus diesem Bereich, gemacht wird. Wir unterteilen dort auch, und nennen die Unterteilungen Zonen 1 bis 3. Wir richten aber den Umfang der Schutzmaßnahmen in

einem gewissen Umfang nach dem Umfang des Schadens aus, d.h., dass wir den Umfang der Schutzmaßnahmen auf das übliche Ausmaß des Schadensumfangs umlegen. Wenn aber der Schadensumfang groß sein kann, dann müsste auch der Umfang der Schutzmaßnahmen entsprechend groß werden. Diese Zusatzaussage, die hier fehlt, bedingt, dass sie hier also wie eingangs erwähnt, den Maximalwert als Schadensumfang annehmen müssen und somit zwangsweise zu überzogenen Forderungen kommen. Deshalb mein Vorschlag: Stufen Sie den Schadensumfang ebenso ab, z.B. mit drei Begriffen oder zwei Stufen und versuchen Sie damit zum Ziel zu kommen. Dann hätten Sie ein System wie in der Explosionsschutzrichtlinie.

Steen:

Es geht mir um folgendes Problem: Sie haben auf der einen Seite die Zuordnung der Ereignisklasse, die nur nach der Häufigkeit des Ereignisablaufs geht. Auf der anderen Seite die direkte Zuordnung zu Grenzwertklassen, die sozusagen den Umfang der Schutzmaßnahmen charakterisiert. Wenn Sie, was Herr Schön eben erläutert hat, den Umfang der Schutzmaßnahmen nach dem Risiko richten wollen, dann gehören dazu auch der Umfang des Schadens oder die Auswirkungen eines Ereignisses. Dieser Punkt fehlt hier. Hierzu ein Beispiel: Sie ordnen der Ereignisklasse 4 die Grenzwertklasse D zu, also ein relativ seltener Ereignisablauf, und dort wird für die Grenzwertklasse D das sichere Abschalten der Anlage gefordert, ohne dabei Rücksicht zu nehmen auf die Frage: Wie ist denn in einem solchen seltenen Ereignisablauf der erwartete Schadensumfang? Sie können sich also ohne weiteres vorstellen, dass bei einem solch seltenen Ereignisablauf auch der Schaden gering sein kann. Insofern fehlt hier m.E. ein Parameter.

Ein weiterer Punkt ist die Frage der Abstufung der Ereignisklassen. Sie haben nur nach den Häufigkeiten klassifiziert und im Konzept erläutert, dass Sie Ereignissen der Häufigkeit von weniger als $10^{-6}/a$ den Begriff zumutbares Risiko zuordnen wollen. D.h., Sie entscheiden hier nur aufgrund der erwarteten Häufigkeit eines Ereignisses, ob hier eine Zumutbarkeitsgrenze überschritten wird, nicht aber nach dem Schadensumfang. Deshalb erhebt sich die Frage: Wenn Sie sich nur nach der Ereignishäufigkeit und nicht nach dem erwarteten Schadensumfang richten wollen, wie kommen Sie dann zu diesen Zahlen $10^{-6}/a$, $10^{-4}/a$, $3 \times 10^{-2}/a$. Die letzte Zahl ergibt sich offenbar aus der erwarteten Betriebsdauer eines Reaktors, so habe ich es zumindest verstanden. Die anderen Zahlen sind aber für mich nicht verständlich, weil dieser eine Parameter des Risikos fehlt.

Ullrich:

Auf einen Punkt möchte ich eingehen: Wenn man die Klassifikation nur nach der Eintrittshäufigkeit vornimmt und nicht so sehr nach dem Schadensumfang sieht, kann nur folgendes passieren: Irgend ein seltenes Ereignis, z.B. $10^{-7}/a$ kann sich in der kerntechnischen Anlage ereignen. Dieses Ereignis wird nach dem Klassifikationsschema automatisch dem Unfall zugeordnet, obwohl es keiner ist. Diese Fälle sind möglich, das gebe ich zu. In der Praxis hat dies aber keine besonderen Konsequenzen. Wenn so seltene Ereignisse Schutzziele erreichen, die weit vorgelagert sind, würden diese ohnehin in die Auslegung nicht relevant eingehen. Das ist der einzige Nachteil, wenn wir nur nach der Eintrittshäufigkeit die Klassifikation vornehmen.

Nicht verstanden habe ich Ihre andere Überlegung, dass wir uns immer nur auf den Maximalschaden beziehen. Wir haben doch über die Grenzwerte genau abgestuft, angefangen von den Auslegungsgrenzen bis hin zu jenen, wo wir Grenzwerte für die Umgebung entsprechend der Strahlenschutzverordnung unbedingt einhalten müssen. Diese Abstufung ist im Konzept enthalten. Um das gesamte Verfahren praktikabel zu machen, wollten wir eben nicht auf Risikoanalysen und große Berechnungen eingehen. Im allgemeinen wird in der Kerntechnik versucht, bevor Radioaktivität nach außen kommt, das Barrierenkonzept zu beachten. Unser Konzept gewährleistet, dass bei Einhaltung der darin angegebenen Grenzwerte, auch der damit im Verbund zu erwartende Schadensumfang akzeptabel und angemessen ist. Sicher kann hierzu Herr Preusche noch eine zweckdienliche Bemerkung machen.

Preusche:

Ich habe eine Folie mitgebracht (**Bild 24**), die ich ursprünglich nicht zeigen wollte, weil ich befürchtete, dass sie nur Verwirrung stiftet. Vielleicht kann sie hier aber doch zur Klarheit beitragen. Folgendes soll damit gesagt werden: Wie Herr Ullrich betonte, machen wir eigentlich kein Risikokzept, sondern wir orientieren uns daran, weil das Risikokzept selbst kein zweckmäßiges Hilfsmittel für die Auslegung und Dimensionierung einer kerntechnischen Anlage ist. Hier habe ich einmal versucht, die Herleitung unserer Begriffe und jene anderer Ausschüsse aus dem Risikokzept an dieser Darstellung zu demonstrieren. Es handelt sich hier um keine mathematisch saubere Ableitung, sondern das Bild soll mehr begrifflich etwas Hilfestellung geben. Zunächst einmal entkoppeln wir das Risikokzept und behandeln.. die Summe. Man interessiert sich nicht für die Schadenserwartung eines künstlich herauspräparierten Ereignisses, sondern muss natürlich die Summe, die Gesamtheit aller möglichen Ereignisketten betrachten. Wir entkoppeln hier, in dem wir jede Zeile für sich, jeden durch ein bestimmtes angenommenes Ereignis angenommenen Störfalltyp für sich betrachten und ihm einen maximalen Anteil an Schadenserwartung zubilligen. Nun spalten wir die Eintrittshäufigkeit für den Schadensumfang in drei Terme auf. Zunächst einmal die Eintrittshäufigkeit des Ereignisablaufes selbst, die dann in 4 bzw. 5 Ereignisklassen, wie sie Herr Ullrich vorgestellt hat, eingruppiert werden. Dann haben wir eine bedingte Wahrscheinlichkeit, dass ein Schadensgrenzwert erreicht wird. Bei einem häufigen Ereignis wollen wir vermeiden, dass Schadensgrenzwerte erreicht werden. Wir müssen deshalb die Wahrscheinlichkeit klein halten, d.h. wir wählen Schutzziele, Grenzwertklassen mit Grenzwerten, die weit entfernt sind von irgendwelchen Schadensgrenzwerten. Mit diesen beiden Begriffen beschäftigt sich bislang unser Konzept. Wenn eine Variable, z.B. ein Druck, einen Schadensgrenzwert erreicht, heißt das noch lange nicht, dass die Komponente wirklich versagt. Die Komponente kann schon vorher versagen, wenn sie aus einem falschen Werkstoff gefertigt worden ist und sie kann auch erst später versagen. Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Komponente bei Erreichen eines Schadensgrenzwertes versagt, hängt ab von ihrer Qualität und den Fertigungsverfahren. Deshalb ist es in der Vergangenheit üblich gewesen, nach den möglichen Schadensumfängen, nach dem Schadenspotential, nach dem Aktivitätsinventar, z.B. einer Komponente, Anforderungsklassen zu bestimmen und diesen Anteil wieder auch für sich zu minimieren bzw. das Überschreiten von bestimmten Grenzen zu verhindern. In **Bild 25** sehen Sie den ASME-Code und unsere Regeln nebeneinander. Im ASME-Code sind das einmal die Service-Levels, welche zeigen, wie hoch man mit irgendwelchen Spannungen usw. gehen kann und die Komponentenklassen oder Class NB, NC, ND, die eine Aussage machen über die Qualität der Fertigung, die Überwachung usw. Unser Konzept definiert Ereignisklassen und Schutzziele- bzw. Grenzwertklassen. Das entspricht in etwa dem, was das Arbeitsgremium zu KTA 3201 definiert, nämlich Lastfälle und Beanspruchungsstufen. Es gibt aber noch eine weitere Einteilung nach dem Gefährdungspotential, nämlich die Komponentenklassen, wie sie z. B. im UA-KREIS-LÄUFE 2 diskutiert werden. Wir lassen also nicht das Gefährdungspotential voll außer acht, sondern wir haben nur, zugegebenermaßen willkürlich, an der Vergangenheit und an der gegenwärtigen Praxis orientiert, eine gewisse Entkopplung vorgenommen, indem wir die Anforderungsklassen am Schadenspotential und die Ereignisse in Schutzzielklassen an der Eintrittshäufigkeit orientiert, nun getrennt betrachten. Ich hoffe, dass ich damit zur Beantwortung Ihrer Frage beitragen konnte.

Hintergräber:

Ich möchte in meiner ersten Anmerkung anknüpfen an das was vorher die Herren Mainzer und Professor Clausmeyer gesagt haben.

Es betrifft die direkte Zuordnung der Ereignisklassen zu den Grenzwertklassen. Die Regeln KTA 3201 und KTA 2201.4 basieren alle auf demselben Grundkonzept. Die Zuordnung, wie sie hier (im Konzept) vorgenommen wird, widerspricht den bestehenden Regeln. Ich möchte darauf hinweisen, dass es bei einem solchen Widerspruch sicher zu Schwierigkeiten im Genehmigungsverfahren und in der Bewertung der Ereignisse kommen wird. Mein Vorschlag wäre daher, dass dieses derzeitige Regelkonzept, das wir heute diskutieren, sich diese Grundlagen der bestehenden KTA-Regeln zu

eigen macht. Ich glaube das ist ohnehin dringend notwendig, denn eine Änderung bestehender Regeln ist wohl in dieser Form nur sehr schwer möglich. Auch betrifft es z.B. nur die einfachen Begriffe wie Lastfälle, denn in KTA 3201 wird gefordert, dass man die Lastfälle in der Lastfallspezifikation spezifiziert, die Komponenten in der Komponentenspezifikation. Dabei besteht dann die Möglichkeit, die Komponenten je nach ihrer sicherheitstechnischen Bedeutung, z.B. Funktionsfähigkeit, Standsicherheit usw. entsprechend zu klassifizieren. Meine zweite Anmerkung wäre die: Wenn, wie Herr Ullrich gesagt hat, eine eindeutige Zuordnung zwischen den Ereignisklassen und Grenzwertklassen besteht, dann möchte ich mich hier der Auffassung von Herrn Mainzer anschließen und diese Unterscheidung gar nicht mehr vornehmen. Sicher ist es für einige thematische Betrachtungen möglich, allein die Häufigkeit als Grundlage einer allgemeinen Bewertung heranzuziehen. Generell meine ich aber, ist es nicht möglich.

Hierzu ein Beispiel: Sie haben das kleine Leck in die Ereignisklasse 2 eingeordnet. Aus der deutschen Risikostudie kann man entnehmen, dass ein solches Ereignis mit einer Eintrittshäufigkeit von $10^{-5}/a$ zum Kernschmelzen führt. Wenn man etwas neues bringen möchte, mit dem Risikogedanken als Basis, dann müssten die Ereignisabläufe im Hinblick auf das was anschließend zu erwarten ist, bewertet werden. Als bildhaftes Beispiel wäre vielleicht für Sie die Geburt eines Menschen der Eintritt des Ereignisses und der Ereignisablauf das ganze Leben. Bei der Betrachtung eines Ereignisses sagen Sie: Der kritische Augenblick ist bereits dann erreicht, wenn der Mensch zum ersten Mal eine Lungenentzündung hat und bei einem anderen Ereignis ist der kritische Augenblick erst bei seinem Tod zu postulieren. Diese gewisse Ungleichwertigkeit, wie sie auch bei dem Beispiel mit dem kleinen Leck zum Ausdruck kommt, müsste meines Erachtens beseitigt werden. Besser wäre es, Richtlinien zu erstellen, in denen steht, wie man in bestimmten Grenzfällen zu verfahren hat und welche Bewertungen im einzelnen zu treffen sind, ohne in einen sturen Schematismus zu verfallen.

Als ein anderes Beispiel seien noch die Einwirkungen von außen erwähnt: Wenn bei Flugzeugabsturz oder Erdbeben die Ereignishäufigkeit mit einer Eintrittshäufigkeit von z.B. $10^{-3}/a$ erwartet wird, dann ordnen Sie aufgrund dieser Eintrittshäufigkeit dem bereits eine Klasse zu. Das ist aber etwas anderes als die Frage: Zu welchem Ereignisablauf führt diese Einwirkung von außen? Hier müsste man versuchen, das Konzept noch weiter zu präzisieren. Vor allem sollte die Risikostudie selbst mehr als Basis dieser Bewertungsmaßstäbe der Ereignisabläufe herangezogen werden.

Schwarzer:

Vielen Dank Herr Hintergräber. Der Hinweis auf die Einwirkungen von außen ist sicherlich nur der erste von weiteren Hinweisen dieser Art, die noch kommen werden. Ich möchte darauf hinweisen, dass die heutige Diskussion nicht die einzige sein soll, die wir im Zusammenhang mit der Implementierung dieses Störfallkonzeptes Irr führen möchten. Sondern es ist der Anfang einer Kommunikation zwischen dem Unterausschuss STÖRFALLFRAGEN und den verschiedenen Unterausschüssen und Arbeitsgremien des KTA. Schenk: Ich möchte zwei Bemerkungen zu dem Thema Ereignisklassen und Grenzwerte vorbringen: Auch ich halte eine Präzisierung des Begriffs "Ereignisklasse" für erforderlich. Beim Lesen des Konzepts hatte ich den Eindruck, dass hier alle Ereignisse, die man erwartet und zu betrachten hat oder die möglich sind, zusammengestellt werden und diese möglicherweise auch im konkreten Kernkraftwerkbetrieb auftreten können. Ich meine, dass man diesen Eindruck beseitigen sollte, weil ein solcher Anspruch durch eine derartige Liste nicht zu erfüllen ist. Die wirklichen Ereignisabläufe in einer Kernkraftwerksanlage halten sich nicht notwendigerweise an dieses Schema. Aus der Diskussion und aus Ihren Darlegungen, Herr Ullrich, habe ich gesehen, dass Sie sich auf die Annahme konkreter, herausgegriffener Ereignisabläufe beschränken, die geeignet sind, aufgrund der bisherigen Erfahrungen beim Genehmigungsverfahren für die Beurteilung einer beantragten Anlage herangezogen zu werden. Für diesen Zweck soll die Liste der angenommenen Ereignisse und diese Regel erstellt werden. Ich meine, dass dies auch deutlich gesagt werden sollte, um nicht wegen dieser Grenzen in der Definition und in der Auswahl der Ereignisabläufe, bei der Anwendung der Regel später auf Schwierigkeiten zu stoßen.

Der andere Punkt betrifft den Ereignisablauf: Ich halte die Abbildbarkeit von Ereignisabläufen und Häufigkeiten nicht für eindeutig. Es gibt sicher auch sehr seltene Ereignisse, die unter die Gruppe des Normalbetriebes oder des anomalen Betriebes fallen und die trotzdem sehr selten sind. Man sollte diese Tatsache in der Definition oder in einem Vorwort präzisieren, damit hier keine Missverständnisse entstehen. Meines Erachtens sollte auch darauf geachtet werden, dass keine konstruktionsbezogenen Grenzwerte festgelegt werden. Viele Grenzwerte die in einer Kernkraftwerksanlage eingestellt werden, sind nur für den jeweils betreffenden Wert zulässig; tolerabel im Zusammenhang mit einer gegebenen Konstruktion. Ändert man die Konstruktion, dann haben die betreffenden Parameter andere Werte. Es gibt da keine eindeutige Handhabung. Sicherlich muss eine Konstruktion, die man begutachtet, in dieser Hinsicht überprüft werden. Es wäre falsch, wenn in einer Regel Grenzwerte festgelegt werden, die jeden Fortschritt, jede Verbesserung oder Änderung der Konstruktion verbieten oder hemmen würden. Diesen Gedanken sollte man bei der Festlegung dieser Regeln und der Grenzwerte berücksichtigen.

Ein weiterer Punkt betrifft die Grenzwerte, die Sie zu Gruppen zusammenfassen wollen und dann sagen, wenn die Grenzwerte dieser Gruppe eingehalten werden, dann ist das Schutzziel erreicht. Dies gilt auch für etwaige Störfälle, für schwere Störfälle oder sogar für Unfälle. Das birgt doch eine Reihe von Gefahren in sich, die auch in die Richtung gehen, die vorher von Herrn Professor Schön angedeutet wurde. Nämlich, wenn man einen Grenzwert, der eigentlich für die Absicherung des Normalbetriebes gedacht ist, auch für einen Störfall oder Unfall zugrunde legt. Man kann z.B. einen Grenzwert, der für die Absicherung des Normalbetriebes gedacht ist und in dieser Funktion auch häufiger in Erscheinung tritt, nicht für Analysen über die Gefährdung durch ein bestimmtes Ereignis her anziehen, indem man sagt, das sei schon der Anfang vom Kernschmelzen gewesen. Deshalb ist darauf zu achten, dass die Zusammenfassung von Grenzwerten nicht zu Fehlbeurteilungen führt.

Feldmann:

Meine Feststellungen beziehen sich auf das Risikokzept allgemein. Ich habe den Eindruck, dass dieses Konzept weitgehend quantitativ numerischer Art ist. Es werden bestimmte quantitativ numerisch ausgedrückte Grenzwerte festgelegt. Ich kenne Grenzwerte dieser Art nur als bestimmte Höchstbelastungsgrenzwerte aus der Strahlenschutzverordnung, wobei ich an das 30/90 mrem-Konzept denke. Darüber hinaus frage ich mich, woher kommen diese anderen quantitativ numerischen Wahrscheinlichkeitsgrenzwerte, vor allem die Zahl 10^{-6} ? Sie alle wissen, dass im Atomgesetz von der erforderlichen Vorsorge die Rede ist. Das Bundesverfassungsgericht spricht in diesem Zusammenhang von bestmöglicher Gefahrenabwehr und Risikovorsorge. Nun, das ist ein wertender Begriff. Dem liegt, eine wertende Beurteilung von Gefahren zugrunde. Mir ist nicht bekannt, dass in der Rechtsordnung bislang eine rein quantitativ numerische Risiko- und Gefahrenbeurteilung akzeptiert worden wäre. Meine Frage ist deshalb: Woher kommt dieser Wert 10^{-6} ? Womit wollen Sie ihn begründen? Ich weiß, dass beispielsweise in den USA im Regulatory Guide der Design Basis Accident zumindest bezüglich äußerer Einwirkungen von der Wahrscheinlichkeit her mit 10^{-6} definiert wird. Ich weiß aber auch, dass die Nuclear Regulatory Commission mit derartigen quantitativ numerischen Werten sehr vorsichtig ist. Wenn ich das vorliegende Risikokzept ansehe, dann erinnert mich das an den Annex zum Appendix D 10 CFR, Kapitel 50. Ich nehme an, dass Sie diesen Annex kennen, wo gewisse Unfallklassen 1 - 9 aufgestellt worden sind und man gesagt hat, die Klasse 9 legen wir der Auslegung nicht zugrunde, die Eintrittswahrscheinlichkeit ist so gering, dass wir dagegen nicht auszulegen brauchen. Es ist dann in etwa herausgekommen, auch in Genehmigungsverfahren, dass der Wert von 10^{-6} dabei eine entscheidende Rolle spielt. Später hat sich herausgestellt, dass dieser Annex zum Appendix D doch wohl Schiffbruch erlitten hat; zumindest nach meiner Information, und dass man sich jetzt um ein neues Risikokzept bemüht. Ich habe den Eindruck, dass auch Ihr Risikokzept weitgehend vom Faktor Wahrscheinlichkeit getragen ist; also der Schadensumfang nicht die entscheidende Rolle spielt. Meine Frage ist daher, kann man das machen? Kann man ein Risikokzept entwickeln, dass weitgehend auf Wahrscheinlichkeiten beruht? Es gibt einige Abhandlungen, auch rechtswissenschaftlicher, philosophischer und ethischer Art, die besagen, dass ein Risikokzept, das entscheidend auf Wahrscheinlichkeiten abstellt, letztlich nicht haltbar ist. Darüber hinaus möchte ich folgendes fragen: Ich habe den Eindruck, dass

Ihr Risikokzept in etwa auf einer Vorstellung beruht, die davon ausgeht, dass Risiko etwas ist, das sich zusammensetzt aus Eintrittswahrscheinlichkeiten mal Schadensumfang. Dieses Verhältnis also letztlich als ein Produkt gesehen wird. Das kam auch in der Formel zum Ausdruck, die eingangs hier vorgestellt wurde. Es ist mir nicht bekannt, ob so etwas in der Rechtsordnung akzeptiert wird. Die Rechtsordnung geht bislang von einer wertenden Beurteilung aus und das Produkt Eintrittswahrscheinlichkeit mal Schaden kann sicherlich ein technisches Risiko definieren. Ich kann das letztlich nicht beurteilen. Es ist aber nicht etwas, was in Genehmigungsverfahren etwa den Gefahrenbegriff definiert. Dem Gefahrenbegriff liegt eine wertende Beurteilung zugrunde. Von daher also meine Frage: Inwieweit sind bei Ihrem Risikokzept normative Vorgaben, wie sie im Gesetz vorhanden sind, beachtet worden. Dabei denke ich auch an die Auslegung des Gesetzes durch das Bundesverfassungsgericht, beispielsweise bei der Kalkar-Entscheidung.

Preusche:

Ich möchte noch einmal betonen, dass wir kein Risikokzept haben, sondern uns nur an einem Risikokzept orientieren. Das macht sich z. B. auch dadurch bemerkbar, dass die Zahl 10^{-6} gar nicht die zentrale Bedeutung in unserem Konzept hat. Herr Ullrich hatte schon darauf hingewiesen, dass die Ereignisklasse 4 nach kleinen Wahrscheinlichkeiten hin offen ist, d.h., es ist durchaus denkbar, dass ein Störfall mit der Eintrittswahrscheinlichkeit von $10^{-8}/a$, der nun gemäß deterministischem Einfehlerkonzept diskutiert werden muss, in der Klasse 4 enthalten ist. Es ist nicht so, dass wir unterhalb von $10^{-6}/a$ alles vergessen und nichts mehr betrachten. (Allerdings betonen wir in einem Hinweis auf Seite 13 des Konzepts, dass eine Abgrenzung der Klasse 4 zu kleinen Wahrscheinlichkeiten hin, durchaus wünschenswert ist).

Zweitens ist zu bemerken, dass wir hier die Strategie der Verteidigung "Defence in Depth" verfolgen, d.h., wir versuchen mehrere Verteidigungslinien aufzubauen. Ich möchte darauf hinweisen, dass bei den Ereignisabläufen, die ich hier diskutiert habe, überhaupt keine Rede war von "rem" oder "millirem", die hier freigesetzt werden. Hingegen haben wir von vornherein darauf geachtet, dass alle Barrieren intakt bleiben. Um Aktivitätsfreisetzungen zu vermeiden, könnte man eigentlich alle Barrieren defekt werden lassen, bis auf eine, um es einmal ganz krass zu sagen. Auch da ist zu sehen, dass wir schon vorsorglich bestimmte Gegenmaßnahmen ergreifen. Es wurde die Frage gestellt, woher stammen die Zahlen? Ich hatte z.B. den 1,1-fachen Auslegungsdruck genannt. Nach meiner Auffassung ist das die allgemeine Ingenieur Erfahrung, die sich in der Festigkeitslehre im Laufe der Jahrzehnte herausgebildet hat. Diese Zahl - 1,1-facher Auslegungsdruck - steht bereits in sehr alten Regeln über Auslegungs- und Sicherheitsventile und hat nichts mit einem Risikokzept zu tun. Wir haben nur versucht, diese althergebrachten Vorstellungen gedanklich in etwa mit einem Risikokzept zu verbinden. Wir wollen abgestufte Anforderungen einführen, denn es hat keinen Sinn bei den größten und seltensten Ereignissen schärfste Schutzgrenzwerte einzuhalten, d.h. zu fordern, dass nach einem Notkühlstörfall die Anlage wie im Normalbetrieb belastet wird. Um mit diesen Problemen weiter zu kommen, lehnen wir uns an das Risikokzept an, aber wir wenden es nicht explizit an.

Ullrich:

Ich möchte noch einen Punkt ergänzen: Ich habe zwar die Formel $H_i \times SU_i = SE = \text{Risiko}$ als Orientierungshilfe angeschrieben, aber gesagt, dass wir uns nur auf die beiden Einzelfaktoren H_i und SU_i beschränken und damit komme ich zum wichtigsten Punkt: Es wird hier immer wieder der Eindruck erweckt, als würden wir nur die Häufigkeit zur Kenntnis nehmen und an den Schadensumfang, die Grenzwertklassen, gar nicht denken. Ich habe meinen Vortrag beendet mit einer Gegenüberstellung. Die Ereignisklassen 1 - 5 und die Grenzwertklassen A bis D partiell. Bei der weiteren Erläuterung bin ich auf die Häufigkeit und den Schadensumfang eingegangen. Die einzige Schwierigkeit, wenn nur nach den Häufigkeiten sortiert wird, ergibt sich bei den seltenen Ereignissen, die noch dem normalen oder bestimmungsgemäßen Betrieb zuzuordnen sind. Wenn man bei diesen seltenen Ereignissen nur nach der Häufigkeit gehen würde, wären diese den Störfällen oder Unfällen zuzuordnen. Es sind

aber keine, weil die dort eingehaltenen Grenzen radiologisch bedeutungslos sind. Das ist die einzige Schwäche, die ich sehe, wenn wir nur nach dem H_i sortieren.

Nun der zweite Punkt: Herr Preusche hat bereits zur Größe $10^{-6}/a$ Stellung genommen. Ich habe einleitend folgendes gesagt: Wenn aufgrund des heutigen Standes im Genehmigungsverfahren, ob nun vorgegeben durch die Genehmigungsbehörden oder durch Gerichte oder Gesetze, abweichend von unseren Wunschvorstellungen, bestimmte Ereignisabläufe anderen Klassen zugeordnet sind, dann ist das durchaus möglich. Darum hatten wir die eine Grenze zu der kleine Wahrscheinlichkeit in der Klasse 4 gar nicht hingeschrieben. Außerdem haben wir Grenzwertklassen, die als vorgelagerte Schutzziele gelten, um bestimmte Auswirkungen zu beschränken. Da sind alle vom Gesetzgeber und von der Strahlenschutzverordnung vorgegebenen Zahlen aufgeführt. Bei den Störfallanalysen, die man im Rahmen der Genehmigungsverfahren durchführt, musste nur nachgesehen werden, ob 30/90 mrem oder 5/15 rem eingehalten werden oder nicht. Bei allen Störfallanalysen, bei denen wir normalerweise vom intakten Primärkreis, also jetzt nicht von den Kühlmittelverluststörfällen, ausgehen, erübrigt sich in den meisten Fällen eine Dosisberechnung, weil wir den Störfall weit im Vorfeld abfangen, d.h., wir sind viel restriktiver vorgegangen, als das Gesetz es verlangt. Aus dem Grunde verstehe ich nicht, warum immer wieder auf die Grenzwerte abgehoben wird. Die im Konzept vorgegebenen Grenzwerte kommen bereits zum Eingriff bevor kritische Zustände im System eingetreten sind.

Aleite:

Ich möchte auf folgendes hinweisen: Im Grunde erarbeiten wir doch KTA-Regeln, damit wir Verfahren vereinfachen und gemeinsame Gesichtspunkte festlegen können, so dass wir nicht immer wieder von vorne diskutieren müssen. Deshalb muss in dieser Regel eingangs sehr deutlich gesagt werden: "Diese Regel ist gedacht für Genehmigungsverfahren und nicht für den Betrieb". Sie kann gar nicht alle im Betrieb auftretenden Störfälle abdecken. Wir wissen, dass viele Störungen, die wir in den Sicherheitsberichten behandeln, vereinfachte oder systematisierte Störfälle sind die möglichst alle Gesichtspunkte berücksichtigen und das ganze Spektrum abdecken sollen. Es sind also keine Störfälle, die irgendwo sehr klein beginnen, langsam wachsen und dann durch mehrere Aktionen oder Ereignisse in Bahnen gelenkt werden, die gar nicht beschreibbar sind; das sollte in der Regel deutlich gesagt werden.

Es wurde auch gesagt, die Regel würde dazu führen, dass man jeden Störfall nur mit maximalen Mitteln bekämpfen würde. Genau das tun wir in der Praxis gar nicht. Den Ausdruck "Grenzwerte" höre ich nicht so gerne, "Zulässigkeitswerte" wäre mir lieber und auch sinnvoller. Die Grenzwerte werden gar nicht bei jedem Störfall ausgenutzt. Auch Begriff "Defence in Depth" ist heute erwähnt worden. Wir sind doch bestrebt, Einrichtungen zu bauen, die möglichst früh etwas erkennen und mit möglichst geringen Mitteln einen Störfall bekämpfen. Ich meine, das sollte etwas deutlicher zum Ausdruck gebracht werden, nämlich dass ein angegebener Grenzwert gar nicht unbedingt erreicht werden muss, sondern dass wir verschiedene, gestaffelte Verteidigungslinien aufbauen. Die in einer solchen Regel angegebenen Grenzwerte sind mehr oder weniger stationär aufzufassende Grenzwerte. Es wird in dieser Regel nicht gesagt, wie schnell oder langsam ein Vorgang abläuft, wie ich mich diesen Grenzwerten nähere oder ob ein Grenzwert nur kurzzeitig erreicht wird. Das kann in einer Regel gar nicht so deutlich zum Ausdruck gebracht werden. Deshalb muss immer wieder der Pauschalierungsgedanke betont werden, indem man sagt: Es sind typische Störfälle, die den Design Basis Events in den USA entsprechen und es ist ein formalisiertes Verfahren zur Genehmigung. Zum Ausdruck kommt auch nicht der Gedanke, den die RSK neulich sehr betont hat, nämlich, dass vor dem Beherrschen von Störfällen (Grenzwerte einhalten heißt "Beherrschen") das Vermeiden von Störfällen kommt. Bei der Beurteilung solcher Ereignisabläufe sollte aber auch angedeutet werden, dass die Verringerung der Wahrscheinlichkeit des Störfalleintritts dadurch erreicht werden kann, dass entsprechend ausgelegt und entsprechende Schutzziele aufgestellt werden. Mir scheint die ganze Regel eigentlich eine Verdeutschung der amerikanischen Vorschriften zu sein und so entsprechen sich auch die Störfallklassen. Nur haben wir in den deutschen Regeln bisher keine Design Basis Events gehabt. Wir sagten auch, dass wir sie nicht haben wollen, weil wir aufgrund unserer gesetzlichen Vorschriften jeweils nach dem letzten Stand der Technik bauen müssen.

Schön:

Mir erscheint es notwendig, noch auf drei Punkte hinzuweisen.

Erster Punkt: Ich sprach vorhin die Frage an, ob der Umfang der Schutzmaßnahmen berücksichtigt ist und dass man gezwungen ist, wenn man ihn nicht berücksichtigt, den maximalen Wert des Umfangs der Schäden vorauszusetzen. Wenn wir den maximalen Umfang der Schäden voraussetzen und so die Regel abfassen, dann müssen wir uns darüber im klaren sein, dass auch bei allen anderen Vorschriften, die im Reaktor anzuwenden sind, wie Unfallverhütungs- und Arbeitsschutzvorschriften, dieser maximale Schadenumfang nach Ihrer Empfehlung zugrunde gelegt werden soll. Wenn Sie es nicht so meinen, müssen Sie es ganz deutlich sagen. Daraus folgt die Konsequenz, dass alle Stellen gezwungen sind, nicht den üblichen Umfang eines Schadens bei irgendeiner Arbeit zugrunde zu legen, sondern den maximalen Schadenumfang. Damit legen Sie sich Ketten an, die Sie sicher nicht wollen, die auch nicht notwendig sind und die zum Streit zwischen Aufsicht und Betreiber führen. Ich halte deshalb den Gesichtspunkt "wie vermeiden wir Störungen, hervorgerufen durch unvernünftige Auslegung von irgendwelchen Dingen, die gar nicht so beabsichtigt sind" für sehr wichtig und meine, das sollten wir sehr genau bei der Regelerstellung beachten.

Zweiter Punkt: Wir haben Schutzmaßnahmen durchzuführen. Die Schutzmaßnahmen können die Eintrittswahrscheinlichkeit des unerwünschten Ereignisses herabsetzen, aber auch den Umfang des Schadens begrenzen. Beides sind mögliche Schutzmaßnahmen. Mir scheint, dass in dem Konzept dieser Unterschied - auch mit Rücksicht auf das, was ich unter Punkt 1 eben zur Diskussion stellte zu wenig berücksichtigt worden ist. Denn das eine läuft darauf hinaus, dass wir die Eintrittswahrscheinlichkeit, das andere, dass wir das Ausmaß des Schadenumfangs verändern. Beide Möglichkeiten nutzen wir und auf beide sollten wir Rücksicht nehmen.

Dritter Punkt: Die Begriffe die Sie gewählt haben. Sie haben sich an die alten oder bisherigen Begriffe weitgehend gehalten. Ich halte es für gefährlich, wenn wir bereits gewählte und als unglücklich erkannte Begriffe noch weiter fixieren. Erwähnt sei hier z.B. der Begriff "Unfall". Im allgemeinen Sprachgebrauch ist ein Unfall der Eintritt eines unerwünschten Ereignisses mit ernsthaften Schäden. Wenn Sie jetzt sagen, ein Unfall ist nur ein Vorgang, ein Ereignis, das über den Störfall hinausgeht, dann wird die Öffentlichkeit stets behaupten können, der Reaktor ist nur gegen Störfälle und nicht gegen Unfälle geschützt und Störfälle sind nur jene Ereignisabläufe, gegen die der Reaktor ausgelegt ist. Ich mache darauf aufmerksam, dass Sie mit einer solchen Definition in der Öffentlichkeit eine Verunsicherung herbeiführen, die ich Ihnen nicht empfehlen kann. Besser wäre es, derartige Begriffe zu umgehen oder zu negieren. Auf weitere Einzelheiten der Begriffsbildung möchte ich nicht eingehen, weil das hier zu weit führen würde.

Schwarzer:

Gestatten Sie mir eine Bemerkung zu Ihrem letzten Punkt, zu den Begriffen "Störfall" und "Unfall". Ich glaube, es ist niemand hier, der über die Wahl und die Definition dieser Begriffe besonders glücklich ist. Allerdings dürfen Sie Ihre Mahnungen, bei der Wahl der Begriffe sorgfältig zu sein, besonders in diesem Punkt nicht an uns richten, sondern an den Gesetzgeber. Denn was ein "Störfall" und ein "Unfall" ist, steht in der Strahlenschutzverordnung und wir sind leider gezwungen, uns daran zu halten.

Ullrich:

Ich möchte noch einmal wiederholen: Es wird immer wieder gesagt, wir würden uns eindeutig in der Zuordnung nach der Eintrittswahrscheinlichkeit orientieren, also nach der Eintrittshäufigkeit. Wir würden aber im wesentlichen den Schadenumfang, wie Sie es nennen, vergessen. Das tun wir nicht. Diese Zuordnung (**Bild 13**) habe ich heute schon einige Male gezeigt. Nämlich, dass Ereignisklasse 1 gekoppelt ist mit Grenzwertklasse A, 2 mit B, 3 mit C, 4 mit D. Wir haben aber die

Grenzwertklassen nicht einfach in die Definitionen der Ereignisklassen mit einbezogen. Das wollten wir nur über die Häufigkeitsskala tun. Wir sehen also beide Aspekte an.

Ich komme jetzt nochmals auf **Bild 6** zu sprechen. Hier sind die Begriffe Unfall, Störfall, Bestimmungsgemäßer Betrieb; diese sind in den BMI-Kriterien für Kernkraftwerke und in der Strahlenschutzverordnung, die in den Genehmigungsverfahren eine Rolle spielen, so definiert, und so haben wir sie benutzt. Wir sind nicht hierher gekommen, um Ihnen ein fertiges Konzept zu schildern. Die Vorgaben im Konzept sind fließend, da wird noch diskutiert. Wir haben sehr lange gerungen, ob z.B. die Ereignisklasse 2 mit dem anomalen Betrieb eine Sonderrolle bekommt, ob sie schon mehr zum Störfall neigt oder Bestimmungsgemäßer Betrieb ist. Das Ergebnis ist in dem UA-SF entstanden und wurde so verabschiedet. Auf **Bild 7** sind unten die Häufigkeiten hinzugekommen, orientiert an dem 40-jährigen Betrieb der Anlage. Bei der Klasse 4 ist nur eine untere Grenze von $< 1 \times 10^{-4}/a$ angegeben, nach oben ist sie offen gelassen. Sie sagen: Wenn etwas sehr selten und der Schadensumfang nicht überdimensional ist, schließen Sie ihn aus. Wir wollten das mit der offenen Grenze auch. Dann wird Ihnen aber bei bestimmten Vorkommnissen sofort gesagt: "Die Gasdruckwelle und der Flugzeugabsturz sind zu berücksichtigen; schieben Sie alles in die Klasse 5". Dann stehen Sie aber nicht mehr im Einklang mit dem heutigen Genehmigungsverfahren. Ob das gut oder schlecht ist, darüber möchte ich jetzt nicht sprechen; mit dieser Schwierigkeit müssen wir uns aber auseinandersetzen. Mit der hier angebotenen Lösung ist es zumindest möglich das eine oder andere Ereignis, das eigentlich zum Unfall gehört, in Klasse 4 einzusortieren.

Auf einen weiteren Punkt möchte ich noch hinweisen: Wir könnten in **Bild 7** unten bei den Häufigkeiten noch dazuschreiben:

"Sehr sehr häufig - geringer Schaden, und "sehr sehr selten - höherer Schaden zugelassen". Das eine ist eine ansteigende, das andere eine abfallende Kurve. Prinzipiell stellen wir diese ganzen Wahrscheinlichkeitsüberlegungen im Genehmigungsverfahren gar nicht an. Wir wollen das Verfahren vereinfachen und die beiden Diskussionsredner, Herr Aleite und Herr Dr. Schenk, haben schon gesagt: Wir machen das nicht für die laufende Anlage, sondern bevor das entsprechende Aggregat gebaut wird; d.h. diese Überlegungen finden im Vorfeld, im Genehmigungsverfahren statt. Damit wir eine Auslegungshilfe haben, gibt es ein Störfallkollektiv oder ein Kollektiv von Ereignisabläufen, die wir der Auslegung von Sicherheitssystemen und Komponenten zugrunde legen. So entstand die Liste der angenommenen Ereignisse (**Bild 11** meines Vortrags zeigt einen Auszug). Wie Sie erkennen können, ist die von Ihnen gesehene Gefahr gar nicht mehr gegeben. Nur jene Dinge, die nach einheitlicher Meinung in dieser Liste stehen, werden zunächst im Genehmigungsverfahren betrachtet. Sollten wir ein Ereignis vergessen haben, kann die Liste ohne weiteres ergänzt werden. In dieser Liste wird, wie Herr Dr. Preusche in seinem Beispiel gezeigt hat, ein Störfall zum Leitstörfall innerhalb der betreffenden Klasse erklärt. Dieser Störfall wird besonders berechnet. Damit hat man die Ereignisklasse charakterisiert, die jetzt für die Eintrittshäufigkeit steht.

Ich komme nun noch einmal auf **Bild 15** meines Vortrags zurück. Hier gibt es wiederum keinen Interpretationsspielraum. Sie sehen die übergeordneten und die untergeordneten Schutzziele, auf die ich kurz eingehen will. Da steht z.B. die Hüllrohrintegrität, die über einem untergeordneten Schutzziel wie Wärmeübergang, Brennstoffschmelzen, Korrosion etc. erläutert und charakterisiert wird. Wir philosophieren gar nicht über "rem" und "millirem", sondern fangen im Sinne von Herrn Aleite vorgestaffelt an. Wir wollen die Radioaktivität dort halten, wo sie sich in der Matrix befindet.

Nur wenn erschwerte Bedingungen kommen, lassen wir zu, dass sie sich vom Kerninnern nach außen bewegt. Sollten jene Fachleute, die sich später intensiv damit auseinandersetzen, zu dem Ergebnis kommen, dass z.B. der Störfall "Absperrbarer Abriss einer Frischdampfleitung" in die Klasse 4 gehört, dann ist es völlig unwichtig, ob wir zunächst 4 hingeschrieben haben oder 3. Die Frage der Klassenzuordnung wird in Zukunft noch diskutiert; das ist in der Fußnote zu **Bild 15** vermerkt. Was Sie im Konzept auf den Seiten 23 bis 27 als Anhang A sehen, ist eine Vorschlagsliste, die zur Debatte gestellt wird. Sobald diese Liste einmal festgelegt und beschlossen ist, wird dieses Spektrum analysiert. Wenn wir dann der Klasse entsprechend feststellen: Bei der Ereignisklasse 1 habe ich das Schutzziel A komplett erreicht, bei der Ereignisklasse 2 das Schutzziel B usw., dann ist wirklich der Vorsorge Genüge getan, die das Gesetz von uns fordert; das Objekt ist genehmigungsfähig. Erst bei den Schutzzielen D wird eine Dosis von 5 oder 15 rem zugelassen. Ansonsten werden sich bei den unteren Klassen die

radiologischen Grenzwerte immer nur in dem 30 oder 90-mrem-Konzept bewegen. Die Abschwächung dazwischen wird vielleicht die Frage sein, ob man bei schwierigen Dingen unbedingt den Ingestionspfad berücksichtigen muss. Dieser ist bei Grenzwertklasse A garantiert gefordert. Wahrscheinlich auch bei B. Muss er aber unbedingt auch bei C gefordert werden?

Schwierigkeiten sind nicht erkennbar, weil wir die beiden Größen Häufigkeit und Grenzwertklasse entsprechend aneinanderschieben und die einzelnen Ereignisse als Auslegungstörfall, als Basis für die Beurteilung benutzen. Dabei ist es unerheblich, wie perfekt wir die Auflistung gemacht und ob wir das spezielle Vorkommnis TMI 2 auch wirklich berücksichtigt haben. Das spielt dann keine Rolle.

Preusche:

Ich möchte Ihnen an zwei Beispielen aus anderen Regeln zeigen, dass wir keine exotischen Wege gegangen sind, sondern uns im Rahmen internationaler Vorschriften bewegen. Das erste Beispiel ist aus einer vorläufigen Regel für natriumgekühlte Reaktoren der Europäischen Gemeinschaft, also der Working Group "Codes and Standards" der Commission of European Communities. Hier ist dasselbe Einteilungsprinzip zugrunde gelegt. Man hat vier Klassen und unterteilt nach den Häufigkeiten. Auf der Diagonalen ist die normale Klassifikation, darunter sind die Ereignisse, die eigentlich uninteressant sind: "possible, not obligatory" und darüber ist "prohibited", d.h. dieses Feld darf man nicht beschreiten. Zweitens wollte ich ein Beispiel aus dem amerikanischen Standard ANS-51.1 vom Januar 1980 bringen. Auch hier sind fünf Ereignisklassen, "Plant Conditions" genannt, die nach der Eintrittshäufigkeit eingeteilt werden und denen dann bestimmte zulässige Auswirkungen zugewiesen worden sind. So sind z.B. "Plant Condition 1" hier von A - F, also sechs allgemeine Schutzziele genannt. Das erste Schutzziel lautet: "The plant shall be designed to meet the offsite dose criteria, Table 3.1". Das war also der 10 CFR 50 Appendix I. Hier geht es um Brennelemente usw. Von daher habe ich die Hoffnung, dass wir mit den Festigkeitsfachleuten und den Elektrotechnikern nach einigen Diskussionen doch zu einer Übereinkunft und zu einem geschlossenen Konzept kommen werden.

Bloser:

Ich möchte einiges zu den Zweifelsfragen sagen, die heute in der Diskussion zutage traten, insbesondere von einem juristischen Kollegen aus 'meinem Hause: Es ist natürlich so, dass im Genehmigungsverfahren die Genehmigungsvoraussetzungen zugrunde gelegt werden, wie sie im Atomgesetz formuliert sind. Probabilistische Überlegungen, wie sie heute teilweise Anwendung gefunden haben, obwohl es kein Risikokonzept in dem Sinne ist, dienen der Ausfüllung und Überprüfung der deterministisch aufgestellten Forderungen. Schließlich möchte ich noch etwas zu der Frage sagen wie die Wahrscheinlichkeitswerte, insbesondere $10^{-5}/a$ oder $10^{-6}/a$ zustande gekommen sind. Diese Werte sind in der Vorlage mit einem Fragezeichen versehen. Es sind Orientierungswerte, die aufgrund von Ereignissen abgeleitet werden, die im Genehmigungsverfahren unterstellt werden. Bekanntlich ist der Wert 10^{-6} in Beratungen des KTA-Präsidiums zustande gekommen. Zu den Zahlenwerten, die heute aufgrund der Vorlagen wie sie in KTA-Regeln dargestellt wurden, auftreten, ist zu sagen, dass sie auch f durchaus schon in normativen Regelungen enthalten sind, z.B. in der Dampfkesselverordnung oder in anderen auf § 24 gestützten Verordnungen. Im übrigen werden solche Werte unterstellt, die dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen; die also unbestimmte Begriffe im Atomgesetz konkretisieren. Im übrigen darf ich mich bedanken, für die Geduld und die klaren Darstellungen des Konzepts des UA-SF.

Hintergräber:

Warum machen wir eigentlich KTA-Regeln? Die KTA-Regeln sollen das Genehmigungsverfahren rationalisieren. Hierzu möchte ich eine Frage stellen, die vielleicht provozierend klingt, aber wirklich nicht so gemeint ist: Was wollen wir mit diesem Konzept erreichen? So wie ich die Diskussion

verstanden habe, baut das ganze Konzept und seine Grundlagen auf Erfahrungen auf. Herr Ullrich hat darauf hingewiesen, dass wir ohnehin nur bekannte Störfallabläufe betrachten, d.h., wir stützen uns auf das Bekannte und damit liegt für mich eigentlich alles vor. Deshalb möchte ich fragen: Worin liegt denn hier das wesentlich Neue im Hinblick auf Rationalisierung und Vereinheitlichung im Genehmigungsverfahren und womit soll dieses Ziel grundsätzlich erreicht werden? Worin besteht der aktuelle Bedarf, so ein Konzept zu erstellen?

Preusche:

Für mich als Störfallanalytiker erklärt sich der Bedarf für ein solches Konzept schon daraus, dass es in der Vergangenheit leider üblich war, unter gewissen Auslegungsstörfällen, irgendwelche Exoten zu postulieren. Nehmen wir z.B. den Ausfall der Hauptwärmesenke, der mit 1/a angenommen wird. Natürlich muss dieser Ausfall zum ungünstigsten Zykluszeitpunkt und bei ungünstigstem Ausgangszustand betrachtet werden. Genau kann man "ungünstigst" gar nicht erfüllen, man hat sich eben geeinigt. Außerdem muss die erste Reaktorschutzanregung ausfallen und noch ein Einzelfehler dazukommen. Auf diese Weise hat man plötzlich als Störfall mit 1/a Eintrittswahrscheinlichkeit einen Exoten, den man in der Genehmigung untersucht und die Anlage muss das dann gewährleisten; ohne Db und der Auslegungsdruck darf kaum überschritten werden. Das alles führt zu enormen Schwierigkeiten. Hier würde uns das Konzept helfen zu unterscheiden zwischen den wahrscheinlichen Dingen einerseits, z.B. wie wir abfahren müssen, ohne das Lebensdauerbudget der Anlage zu beanspruchen, und andererseits die Exoten, die man auch betrachten sollte, bei denen man aber eindeutig auch größere Auswirkungen in der Anlage und bezüglich des Lebensdauerbudget und der Verfügbarkeit der Anlage zulassen sollte. Das ist für mich als Störfallanalytiker z.B. einer der großen Vorteile dieses Konzepts, dass man damit vernünftig Störfälle diskutieren und realistisch vorgehen kann.

Ullrich:

Zur Ergänzung noch zwei Punkte: Bei früheren Genehmigungsverfahren stand häufig nur der 2-F-Bruch im Mittelpunkt der gesamten Diskussion, wenn es sich um einen Kühlmittelverluststörfall handelte. Wir haben hier sehr fein gestaffelt, vom kleinen Bruch bis zum größten Bruch und das unterschiedlichen Klassen zugeordnet. Weil wir erwarten, dass die kleinen Brüche wesentlich häufiger und wahrscheinlicher sind als die großen, haben wir für den kleinen Bruch ein sehr restriktives Ziel vorgegeben. Das wäre auch für die gesamte Sicherheitsdiskussion sicherlich ein Fortschritt.

Zweitens kommt heraus, wenn man die Erstellung des Konzepts konsequent zu Ende führt, insbesondere die Störfalllisten erstellt und die Zuordnung zu den Häufigkeitsklassen eindeutig durchführt, dass man dann sieht, ob das Sicherheitskonzept ausgewogen ist oder nicht.

Drittens hatte ich bereits erwähnt, dass wir in einer einheitlichen Sprache sprechen können, sobald eine Einigung mit allen Beteiligten erzielt worden ist. Solange z.B. in den Fachbereichen Reaktorschutz und Festigkeit jeweils eigene Anforderungsstufen definiert werden, ist die gemeinsame Sprache noch nicht gefunden. Diese Gemeinsamkeit herbeizuführen ist der Sinn und Zweck unserer Arbeit.

Preusche:

Ich würde als Slogan sagen: Weg vom Schwarz/Weiß-Fernsehen, Übergang zum Farbfernsehen. In der Vergangenheit hatten wir oft vieles nur schwarz oder weiß, sowohl in der Hardware, z.B. im Reaktorschutz, als auch in der Störfallanalyse. Es darf nicht übersehen werden, dass die Wirklichkeit abgestuft ist und man sich bemühen muss, in der Hardware abgestufte Anforderungen zu erfüllen. Ebenso sollte in der Störfallanalyse die Möglichkeit geschaffen werden,

abgestufte Anforderungen zu erfüllen. Damit können manche unsinnigen Diskussionen vermieden werden.

Aleite:

Ich möchte an die Ausführungen von Herrn Dr. Preusche anknüpfen: Mein Arbeitsfeld ist die Leittechnik und wir haben uns hier angeschlossen, weil wir sehen, dass der Aufwand der Eignungsprüfungen und für auszulegende Systeme so groß geworden ist, dass er zwar den erhöhten Anforderungen an Sicherheit entspricht, es aber Fälle gibt, wo wir die Sicherheit gar nicht erhöhen, sondern Kanonen auf Spatzen richten. Dies wollen wir ändern, indem wir die Kanonen durch Pistolen ersetzen. Das ist eigentlich das bereits zitierte Schwarz/Weiß-Fernsehen und bedeutet einerseits, dass wir an der Eignungsprüfungsfront etwas rückwärts rollen. Die Technik treibt uns aber gegen diese Wand. Versucht man bessere Verfahren anzuwenden, wird man in Zukunft nicht um die Rechnereinführung herumkommen. Rechnereinführung mit Schwarz/Weiß-Eignungsprüfung kann man aber gar nicht machen. Denn es wird uns signalisiert, dass man zwar dunkelgrau, aber nicht schwarz erreichen kann. Es sei denn, man treibt den Aufwand so hoch, dass er unvertretbar und nicht wartbar wird. Von der Richtung Rechner wollen wir auf möglichst gestufte Anforderungen kommen, damit wir in den untersten Anforderungsstufen Rechner einführen können, während wir in der obersten Anforderungsstufe noch möglichst einfache Systeme einsetzen. Wenn ich es einmal provozierend sagen darf: Ein Brunsbüttle Störfall wäre danach in einer mittleren Kategorie eingeordnet worden. Es wäre also nicht ein 51 \$%- und damit Schwarz-Störfall, sondern eben ein minderer Störfall gewesen und hätte uns sicher viele Gerichtskosten erspart. Die Praxis hat hinterher gezeigt, dass wirklich nichts passiert ist. Man könnte sich, daraus abgeleitet, z.B. vorstellen, dass man Veränderungen an Systemen von einer bestimmten Ebene der Anweisungsbefugnis abhängig macht. Z.B. darf das Innenministerium sagen, dass der Betreiber den Grenzwert A abschalten kann.

Der Werksleiter darf dem Schichtführer sagen, der Grenzwert B darf um 5 % verstellt werden, wenn eine bestimmte Situation eingetreten ist, u.ä. Dabei behält alles das gleiche Sicherheitsniveau, das wir vorher auch hatten. Nur haben wir vorher überreagiert und vielleicht damit der Sicherheit geschadet.

Dann wäre noch eine andere bereits erwähnte Frage, nämlich, ob wir in Einklang mit internationalen Regeln sind. Dabei möchte ich auf die Regeln hinweisen, die auf unserem Gebiet bestehen. Das sind zunächst die IAEA-Regeln. Die IAEA hat ihre Safety-Guides inzwischen fertiggestellt. Da gibt es einen D3-SafetyGuide, der sich mit Schutzsystemen befasst. In unserem Sinne sind darin auch die Schutzbegrenzungen aus KTA 3501 enthalten. Im Safety-Guide D8 gibt es bereits mehrere Kategorien (I, II, III), wobei ich der Kategorie I von D8 unsere Zustandsbegrenzungen zuordnen würde, der Kategorie II unsere Reaktorregelung und Kategorie III sicherheitstechnisch wichtige Leittechnik, die noch darunter liegt. Wobei zu bemerken ist, dass es nicht einmal eine Zuordnung von einem hohen Schutzziel und einer hohen Leittechnikforderung gibt. Es sind Fälle denkbar, in denen man durchaus manuell verhindern kann, dass Radioaktivität nach außen kommt, wenn i genügend Zeit vorhanden ist und einfach beschreibbare Verfahren vorliegen. Dann braucht man leittechnisch gar nichts zu tun; man muss nur das Verfahren richtig beschreiben. Dies wird z.B. in Frankreich viel extensiver betrieben, als in den USA und in der Bundesrepublik, wo wir zur Entlastung des Operateurs möglichst viel automatisieren. Dann gibt es noch die Kategorie "Non-Safety-Related".

In unseren Regeln haben wir bereits drei Kategorien: 1. Reaktorschutzsystem mit der Anfangsbedingung "Zustandsbegrenzungen", 2. die Schutzbegrenzungen und 3. die Regeleinrichtungen. Die 3. Kategorie Regeleinrichtungen beherrscht Störungen, nämlich die betrieblichen Störungen und vermeidet möglichst Störfälle. Man kann die Regelung bereits mit Intelligenz ausstatten. Meines Wissens tun das die Kanadier bereits und sagen: Wenn ich eine schlechte Regelung baue, muss ich ein um so besseres Schutzsystem haben. Sie denken allerdings noch schwarz/weiß. In der z. Kategorie, den "Schutzbegrenzungen" beherrschen wir Störereignisse mit geringeren Folgen. Per Definition ist bereits eingeschlossen, dass wir Störungen beherrschen und Schadensfolgen mindern wollen, indem wir zurückführen auf betriebliche Werte. In der 1. Kategorie Reaktor-

schutzsystem haben wir ebenfalls die beiden Funktionen "Beherrschen von Störfällen" und "Mindern von Störfällen". Vielleicht kann man das in diese Regel einbringen. Auf der Nuclex 1975 wurde ein Bild mit den Malfunction Examples gezeigt. Damals ist gesagt worden, der "Loss of Coolant" sei ein schwerer Störfall, das überschießen von Leistung sei ein mittlerer Störfall, Leistungsdichte ist schon mit viel weniger Folgen verbunden. Im Sinne der Regelungstechnik ist auch eine Lastfolge (Load Following) eine Störung. Damals haben wir schon gesagt: Das machen wir mit unterschiedlichen Einrichtungen, mit unterschiedlicher Gerätetechnik. Deren Einführung geschah dann zwar außerhalb des Genehmigungsverfahrens, aber im Sinne der nuklearen Sicherheit. Genau darauf zielen wir auch heute wieder ab. Wir kommen also zurück auf das was wir vor 5 Jahren schon einmal angefangen haben. Gemeinsam haben BBC, BBR, Siemens und KWU ein Rahmen-Pflichtenheft für neuere Leittechnik erstellt. Auch da haben wir uns bemüht, die Störfälle zu kategorisieren und gesagt: Machen wir doch verschiedene Sorten Leittechnik und behandeln die schweren Störfälle mit diversitärer Klasse 1, die mittlere einmal mit Klasse 1, Klasse 2 usw. Dieses Heft ist allen greifbar und würde bei der Qualitätssicherung zeigen, dass wir uns darüber Sorgen machen, wie wir verschiedene Dinge, nämlich Bauelemente, Baugruppen und Systeme mit unterschiedlichen Anforderungen behandeln. Bei der höchsten Kategorie und bei den Systemen sollte eigentlich der Schwerpunkt liegen, das wäre die Lösung der Aufgaben. Weiter hinten können die Anforderungen dann anspruchsloser werden. Dies wäre, was wir uns von solchen Aktivitäten versprechen.

Kaestle:

Ich wollte noch mal auf die Antwort von Herrn Dr. Preusche und die Frage von Herrn Hintergräber zurückkommen. Für meine Begriffe ist seine Frage noch nicht genau beantwortet. Sie sagen, man würde durch dieses Konzept verhindern, dass durch eine exotische Kombination von Lastfällen, noch weitere Exoten geschaffen werden.

Nun haben Sie Ereignisklassen geschaffen und gesagt: Die Beispiele der Ereignisse, die dort genannt sind, sind abdeckende Ereignisse. Wie wollen Sie durch den Begriff "abdeckende Ereignisse" verhindern, dass nicht doch jemand sagt: Diese abdeckenden Ereignisse muss ich eben unter ungünstigsten Randbedingungen sehen, um einen anderen Störfall abzudecken, der durch das Beispiel nicht genau getroffen ist. Welche Lastfälle muss ich in so einem Fall kombinieren? Da laufe ich doch wieder in diese, wie Sie sagen, Exoten hinein; selbst bei kleineren Kombinationen.

Preusche:

Gut, die Exoten werden weiterhin betrachtet, sie werden aber abgespaltet. Wenn ich das Gefühl habe, dass sich unter der Gruppe 2 etwas zusammenbraut, das eigentlich nicht dahingehört, dann kann ich es abspalten und kann dem eine geringere Eintrittswahrscheinlichkeit zuordnen und in eine niedrigere Klasse oder nach der Ordnungszahl in eine höhere Klasse einstufen, wenn diese Klasse noch Raum dafür hat. Das hatte ich vorhin mit der Häufigkeitssumme erklärt, dass man nicht beliebig viel, z.B. in die Klasse 4 oder 5 schieben kann.

Schön:

Ich möchte noch auf zwei Punkte kurz eingehen. Der eine ist: Sie sprachen vom Farbfernsehen, zu dem wir jetzt übergehen wollen. Das heißt doch, dass wir die Wahrscheinlichkeit des Eintritts von irgendwelchen Schäden unseren Handlungen anpassen wollen. Wir müssen also beurteilen, ob wir viel tun, wenn der Schaden groß ist und weniger tun, wenn die Schadenserwartung kleiner ist, dies alles nuanciert. So sehe ich die Frage der Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen. Nämlich, dass Sie einerseits die Eintrittswahrscheinlichkeit zu berücksichtigen haben; das haben Sie getan. Andererseits sollten Sie aber auch bei der Festlegung der erforderlichen Schutzmaßnahmen den Umfang des Schadens berücksichtigen.

Als zweiten Punkt entnehme ich Ihren Ausführungen, dass wir diese Betrachtungen nicht so schwer und ernst auffassen und sehen sollen, was bisher geregelt ist. Ich habe grundsätzlich keine Zweifel an der Richtigkeit der derzeitigen Regeln und ich möchte mit meinen Bemerkungen nicht die Richtigkeit der derzeitigen Regeln angreifen. Was mir Sorgen macht ist, dass Sie uns durch Aufstellen einer allgemeinen Regel zu Schritten veranlassen, die wir nicht gerne wollen, weil sie u.U. nicht notwendig sind. Wie ich sehe, führen diese Schritte meist zu restriktiven Maßnahmen. Wenn ich Sie richtig interpretiere, haben Sie an die Obleute die Bitte gerichtet: Legt doch dieses Konzept und die darin ausgesprochenen Empfehlungen der Aufstellung von Regeln zugrunde. Wenn Sie dies wollen, müssen Sie auch im Interesse der Sache akzeptieren, dass wir dort unsere Bedenken anmelden, wo wir in Sorge sind, dass das Konzept in der einen oder anderen Richtung zu weit geht.

Zur Frage der Begriffe möchte ich zum Schluss noch eine Bemerkung hinzufügen: Ich schnitt eben den Begriff "Unfall" an. Bekanntlich haben wir jetzt eine Störfallverordnung und da ist der Begriff "Störfall" vom gleichen Ministerium unterschiedlich definiert worden. Deshalb meine ich, der KTA sollte in den entsprechenden Vorschlägen diese Dinge deutlicher unterscheiden. Denn sonst verführen Sie die Leute dazu, dass der eine unter Unfall und der andere unter Störfall jeweils etwas ganz anderes versteht.

Schenk:

Ich möchte zur Bemerkung von Herrn Aleite noch eine Ergänzung anbringen. Auch ich bin dafür, dass man die Dinge differenziert betrachtet und in der Analyse diese Differenzierung, wir belegen sie jetzt mit dem Begriff Farbfernsehen, auch wirklich vollzieht. Das würde uns wirklich weiterführen. Man muss aber darauf achten, dass dadurch die Anlage nicht komplizierter wird. Dies halte ich für sehr wichtig. Ich finde, dass die Sicherheit der Anlagen schlechter wird, wenn wir sie komplizierter machen; deshalb sollten wir sie einfacher machen. Das setzt voraus, dass wir in der Wahl der Grenzwerte diesen Gesichtspunkt beachten und nicht etwa in eine Vielzahl differenziert ausgedachter Grenzwerte hineinlaufen, die in der Realität verwirklicht werden müssen und im Betrieb zu Schwierigkeiten führen können. Das wäre wirklich ein Rückschritt. Wir sollten auf dem Weg zur Verwirklichung des Konzepts das Prinzip der Vereinfachung nicht vergessen. Es kommt nicht von ungefähr, dass ältere Anlagen in dieser Hinsicht eine Reihe von Vorzügen gegenüber neueren haben. Auch bei der apparativen Ausstattung sollte dieser Punkt beachtet werden. Ich halte nicht viel davon, wenn man dabei zu sehr nach Klassen und sonstigen Merkmalen differenziert. Sie müssen bedenken, dass der Betriebsmann dann damit zurechtkommen muss. Je unterschiedlicher Sie die Dinge gestalten, um so leichter können Verwechslungen und andere Fehler entstehen. Sie wissen das sicherlich alle selbst. Es ist deshalb wichtig, dass wir das Einfachheitsprinzip wieder mehr zur Geltung bringen. Ich meine, wir können das tun, auch im Zeitalter des Farbfernsehens, wo wir in der Analyse stark differenzieren, was sehr notwendig ist.

Aleite:

Das ist eine Unterhaltung, die wir schon jahrelang führen. Aber wir sind relativ unschuldig an dieser Entwicklung. Sie haben das als Kunde in der Hand. Wenn Sie, wie vor 10 Jahren, einen Reaktor bestellen oder eine Kernkraftanlage, die etwa 20 - 50 % überausgelegt ist, dann lassen sich auch in der Leittechnik einige Vereinfachungen machen. Wenn man z.B. kleine Einheiten baut, sind diese sehr stabil. Wenn man das Verhältnis Druckhaltervolumen zu Kreislauf verkleinert, gleichzeitig die Abstände verkleinert und die Rohrleitungen dünner macht, wenn man gleichzeitig entdeckt, dass man nicht Normalbedingungen, sondern "worst case" Bedingungen ansetzen muss, gleichzeitig Genauigkeitsbetrachtung anstellt und dabei die Komponenten immer kleiner macht, dann muss man eben durch Nachdenken versuchen, aus der Anlage so viel als möglich herauszuholen. Dabei kommt man an die Grenze, wo die Anlage nicht mehr wartbar, nicht mehr überschaubar ist. Da stimme ich mit Ihnen völlig überein. Die Überschaubarkeit kann dadurch erreicht werden, dass man die mechanischen Systeme überschaubarer macht, sie entkoppelt, aber auch so groß auslegt, dass sie nicht umgeschaltet werden müssen, weil man von dem einen noch die Rohrleitung, vom anderen

noch den Behälter und vom dritten das Ventil benutzen will. Solche Systeme werden aber nicht billiger sondern aufwendiger, weil vielmehr herumsteht. Man kann sie übersichtlich automatisieren und wenn man noch hinreichend viel Auslegungsmargen hat, lässt sich das auch einfach machen. Außerdem hat sich auch die Akzeptanz in der Bevölkerung geändert. Früher war man froh, wenn die Anlage lief, heute muss man nachweisen, dass in keinem Falle und mit keiner Wahrscheinlichkeit etwas passieren kann. Wenn dann doch etwas passiert, dann hat man noch den intelligenten Operateur., den man mehr schult, als er vertragen kann. Die Amerikaner sind darin hervorragend. Sie muten dem Operateur genau das zu, was er gar nicht kann und auch nie können wird, weil das nämlich hundert Ingenieure, die da um ihn herumstehen, auch nicht können würden. D.h., diesen Weg können wir auch nicht gehen. Das muss man dagegen sagen, wenn von einigen Herren, die sich vorzugsweise mit Reaktoren der früheren Generation befasst haben, immer wieder gesagt wird: "Macht es doch einfach wieder einfach". Das geht ganz einfach nicht.

Steen:

Nach dem Lesen der KTA-Präsidiumsempfehlung und den Erläuterungen von Herrn Stute stellt sich mir eine Frage: Dieses Konzept wurde heute in einem breiteren Rahmen innerhalb des KTA zur Diskussion gestellt und ist auch von Herrn Ullrich erläutert worden. Es ist also noch offen für Änderungen und Ergänzungen, bei denen auch die Begriffe mit einbezogen sind. Meine Frage ist nun: Wie soll dieses Programm, vor allem terminlich, durchgezogen werden? Wie sollen die einzelnen Arbeitsgremien mit dem heute vorgestellten und nach der Diskussion offenen Konzept arbeiten? Wie soll bei allen Schwierigkeiten, auch im Verständnis dieses Konzepts, hier verfahren werden? Das ist mir nicht klar. Ein Konzept, das zum ersten Mal vorgestellt wurde, bereits innerhalb einer bestimmten Frist den Arbeitsgremien als eine Art Rezept oder Verfahren zu empfehlen, scheint mir ein etwas voreiliger Schritt zu sein.

Schwarzer:

Lassen Sie mich eine Bemerkung zu der Position der Vorlage machen. Dieses Konzept des UA-SF ist in einer Arbeit erstellt worden, die immerhin einige Jahre in Anspruch genommen hat. Diese Vorlage hat, bevor sie hier vorgestellt werden konnte, den Mitgliedern und den Gruppen, die im KTA vertreten sind, zu einer Stellungnahme bereits vorgelegen. Das Präsidium misst deshalb dieser Vorlage eine große Bedeutung bei. Es ist richtig und muss auch unterstrichen werden, dass dieses Konzept nicht oder noch nicht notwendigerweise die endgültige Form hat. Damit das Konzept in die endgültige Form gebracht werden kann, hat man Sie hierher gebeten, um es Ihnen vorzustellen. Das Präsidium übermittelt Ihnen durch uns auch die Bitte, bei der Weiterentwicklung dieses Konzepts mitzuarbeiten. Das kostet natürlich etwas Zeit. Aber der zeitliche Rahmen der hier abgesteckt ist, nämlich bis Ende nächsten Jahres, ist gemessen an dem Umfang der zu leistenden Arbeit und an der Anzahl der zu beteiligenden Leute sicherlich nicht zu kurz. Auf der anderen Seite allerdings schien es ebenfalls nicht angemessen, den Zeitpunkt oder die Fertigstellung dieser Arbeit nach oben hin offen zulassen. Denn dann besteht die Gefahr, dass ein so wichtiges Papier versendet bzw. erst zu einem Zeitpunkt zustande kommt, an dem niemand mehr ein Interesse daran hat. Ich glaube in diesem Rahmen muss man die ganze Sache sehen. Ich bitte Sie deshalb alle nochmals im Auftrag des Präsidiums, im Sinne einer guten Zusammenarbeit, zu der die Geschäftsstelle im Rahmen ihrer Möglichkeiten selbstverständlich das ihre beitragen wird, an der Fertigstellung des Konzepts mitzuwirken.

Borst:

Ich möchte mich als Obmann der Arbeitsgremien 3701 bis 3705 und als Mitglied des UA-STARKSTROM melden, und zwar zur Frage der Prioritäten. Ich arbeite persönlich sehr viel mit dem KTA zusammen und habe verschiedene Prioritäten, die uns intern sehr beschäftigen. Z.B.

haben wir große Probleme mit Stellantrieben, um sie störfallfest zu machen und Störfälle wie den TMI-Vorfall, zu beherrschen. Wir fragen uns, ob die heutige Kabel-Generation richtig hergestellt bzw. richtig geprüft wird, ob die Anforderungen hinsichtlich Strahlenfestigkeit, Wärmefestigkeit und ähnliches in Ordnung sind. Wir haben zu prüfen, ob der Brandschutz in Ordnung ist und sind dabei, Regeln und Richtlinien aufzustellen, damit die Teile richtig gefertigt und geprüft werden und am Ende etwas technisch Gutes herauskommt. Dabei interessiert es uns erst in zweiter Linie, ob wir das in 1, 2, 3 oder 100 Klassen einteilen. Letztlich muss die Anlage technisch funktionieren und mögliche Störfälle beherrschen. Ich frage mich, ob wir die Prioritäten, die ich gestern noch gekannt habe, zugunsten einer Priorität Klasseneinteilung vernachlässigen sollen. Vielleicht ist es ein Spezifikum der Elektrotechnik und es mag sein, dass es andere Bereiche gibt, die diese Fragestellung der Priorität nicht kennen. Nach meiner Kenntnis gibt es nur wenige Fachleute, die Zeit, Lust und Liebe haben und denen die Möglichkeit von ihrer Firma geboten wird, sich mit solchen Dingen zu beschäftigen. Deshalb muss hier die Prioritätsfrage ernsthaft überlegt werden.

Schwarzer:

Herr Borst, Ihnen darauf zu antworten, ist gar nicht so einfach. Dass Sie innerhalb des KTA zu den meistbeschäftigten Leuten gehören, möchte ich Ihnen hiermit gerne bescheinigen. Nichtsdestoweniger ist es ja nicht so, dass Sie die gesamte Kernreaktortechnik jetzt nach n-Klassen klassifizieren sollen. Ich meine, auch um Prioritäten zu setzen, ist es vielleicht ganz gut, wenn man damit anfängt, sich selbst in seinem eigenen Arbeitsgremium, auch mit Unterstützung von Herren des UA-SF, die dazu sicher bereit sind, diese Frage unter dem speziellen Gesichtspunkt Ihres Aufgabenkreises einmal zu diskutieren. Ich glaube, dann sehen solche Prioritäten schon ganz anders aus, weil sie aus dieser Allgemeinheit etwas herausgezogen sind und reduziert werden können auf die eigentliche Aufgabe Ihres Arbeitsgebiets. Ich glaube schon, Herr Borst, dass wir uns da einigen können.

Ullrich:

Ich möchte noch einmal an die Dokumentationsunterlage unseres Konzepts anknüpfen. Da ist auf den Seiten D4 und D5 über den Werdegang der Erstellung einiges gesagt. Ich möchte daran erinnern, dass wir das Thema bereits im Februar 1979 schon vorläufig abgeschlossen hatten. Wir hatten das Ergebnis dann allen Betroffenen zur Verfügung gestellt. Dazu sind zahlreiche Stellungnahmen eingegangen. Die Stellungnahmen wurden diskutiert und sind in das Konzept eingearbeitet worden. Als Obmann des UA-SF möchte ich zum Schluss noch sagen, dass wir jetzt ein Konzept verabschiedet haben und einfach einen Probelauf wagen. Sollte der Nachweis gelingen, dass die Liste der angenommenen Ereignisse nicht mit Leben zu erfüllen ist, sprich vernünftige Zahlen hineinzuschreiben, legen wir das Papier zur Seite und es ist vergessen. Nur glaube ich nicht, dass dies das Ergebnis sein wird, wenn z.B. in den USA oder in anderen Ländern, ähnliche Anstrengungen unternommen werden. Ich weise nur auf die Ziffer 3, der Seite D 5 hin: "Es sollen abgestufte Anforderungen an die Qualität elektrischer und mechanischer Komponenten und Geräte auf einer gemeinsamen Basis aufgestellt werden."

Dann machen wir im nächsten Jahr wieder Bilanz und können sagen, das Konzept funktioniert, wir sind einen Schritt weitergekommen oder man sagt, das Konzept muss da und dort geändert werden. Dann darf es aber zum Schluss nicht heißen: Jetzt haben wir eine ganz andere Prioritätenliste, oder das oder jenes kommt erst im Jahre 1983. Unter solchen Vorzeichen wäre ein Zwischenbericht bis Ende 1982 nicht zu verwirklichen.

Bilder zu den Vorträgen von Herrn Ullrich und Herrn Dr. Preusche sowie zu der Diskussion

KONZEPT

KRITERIEN ZUR BEWERTUNG VON ANGENOMMENEN EREIGNISABLÄUFEN

1973 – 1976	GRUNDLAGE: THERMOHYDRAULISCHE AUSLEGUNG DER REAKTOR-KERNE VON LW R
1976 – 1977	DISKUSSION IM PROGRAMMUNTERAUSSCHUSS
1.3.1977	BILDUNG DES UNTERAUSSCHUSSES STÖRFALLFRA GEN
1977 –1981	ERARBEITUNG DES "KONZEPT DES UA-SF"

NOTWENDIGKEIT DES KONZEPTS

SYNCHRONISIERUNG

Bild 1

KONZEPT FÜR KRITERIEN ZUR BEWERTUNG VON ANGENOMMENEN EREIGNISABLAUFEN

$$\sum_i H_i \cdot SU_i = SE$$
$$\hat{=} Risiko$$

Bild 2

RISIKOKONZEPT

- BEI DER AUSLEGUNG DER ANLAGE NUR EREIGNISABLÄUFE, DIE MIT EINER GESCHÄTZTEN EINTRITTSHÄUFIGKEIT $>10^{-6}/A$ ERWARTET WERDEN
- EINSCHRÄNKUNG DURCH DETERMINISTISCHERANDBEDINGUNGEN
 1. ERFÜLLUNG DURCH ADMINISTRATIV FESTGELEGTE EREIGNISABLÄUFE
 2. GESAMTKONZEPT RISIKOMINDERND

Bild 3

SYSTEMATIK DER EREIGNISABLÄUFE

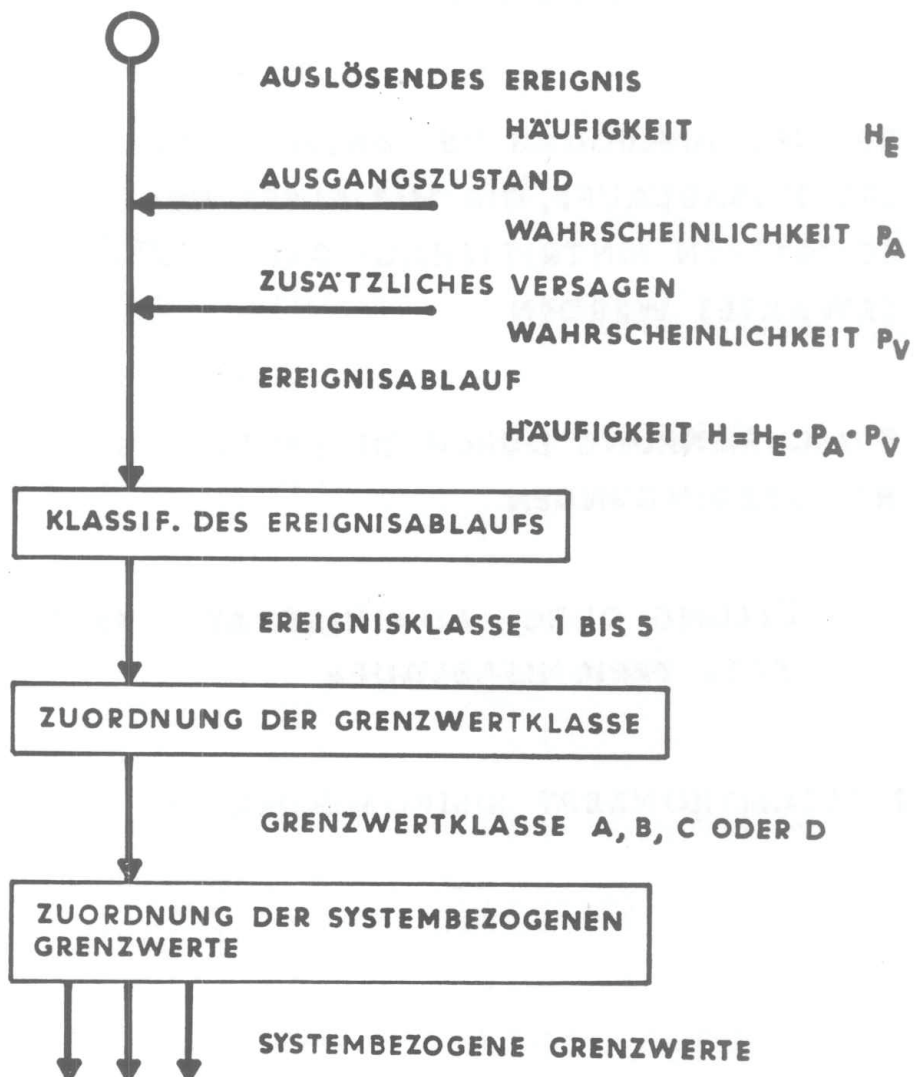


Bild 4

ANALYSE DER EREIGNISABLÄUFE

- AUSGANGSZUSTAND
- ZUSÄTZLICHES VERSAGEN

Bild 5**BEGRIFFE:****BESTIMMUNGSGEMÄSSER BETRIEB**

3. NORMALBETRIEB
2. ANOMALER BETRIEB
3. INSTANDHALTUNGSVORGÄNGE

STÖRFALL**UNFALL****Bild 6****ZUORDNUNG DER EREIGNISKLASSEN ZU DEN BEGRIFFEN**

	Angenommener Ereignisablauf in der Anlage					
	Bestimmungsgemäßer Betrieb			Störfall		Unfall
	IV	NB	Anomaler Betrieb			
Ereignis- klasse	1		2	3	4	5
Ereignis- häufigkeit			$>3 \times 10^{-2}$	$3 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-4}$	$<1 \times 10^{-4}$	$<1 \times 10^{-6}?$
IV: Instandhaltungsvorgänge, NB: Normalbetrieb						

Bild 7

EINTEILUNG IN EREIGNISKLASSEN

EREIGNISKLASSE	VERKÜRZTE BESCHREIBUNG DER EREIGNISKLASSEN
1	NORMALBETRIEB
2	ANGENOMMENE EREIGNISABLÄUFE, MIT DEREN EINTRETEN WÄHREND DER BETRIEBSZEIT EINER ANLAGE GERECHNET WERDEN MUSS
3	ANGENOMMENE EREIGNISABLÄUFE, DEREN EINTRITTEN INNERHALB DER LEBENSDAUER - EINER ANLAGE NICHT ERWARTET WIRD, - MEHRERER ANLAGEN FÜR EINE ANLAGE NICHT AUSGESCHLOSSEN WERDEN KANN
4	ANGENOMMENE EREIGNISABLÄUFE, MIT DEREN EINTRETEN BEI KEINER ANLAGE GERECHNET WIRD, DIE JEDOCH BEI DER AUSLEGUNG ALS GRENZFÄLLE ZU ERFASSEN SIND
5	ANGENOMMENE EREIGNISABLÄUFE, MIT DEREN EINTRETEN BEI KEINER ANLAGE GERECHNET WIRD, GEGEN DEREN FOLGEN DIE ANLAGE JEDOCH SCHADENSEINGRENZENDE EIGENSCHAFTEN BESITZEN MUSS

Bilder 8, 9 und 10

Angenommene Ereignisse bei Leichtwasserreaktoren

		Ereignisklasse ¹⁾
1	Erhöhte Wärmeabfuhr durch das Frisch- und Speisewassersystem	
1.1	Fehlfunktion im Speisewassersystem, die zum Absinken der Speisewassertemperatur führt	2
1.2	Fehlfunktion im Speisewassersystem, die zum Anstieg des Speisewasserdurchsatzes führt	2
1.3	Fehlfunktion der Regelung, die zum Anstieg des Frischdampfdurchsatzes führt	2
1.4	Unbeabsichtigtes öffnen von Armaturen (z. B. Umleitventile, Entlastungsventile, Sicherheitsventile)	2
1.5	Leckagen und Brüche im Frischsystem	
1.5.1	Kleine Leckagen im Frischdampfleitungssystem	2
1.5.2	Bruch von Anschlussleitungen im Frischdampfleitungssystem und absperrbare Anrisse der Frischdampfleitung	3
1.5.3	Absperrbarer Abriss einer Frischdampfleitung	4
1.5.4	Nicht absperrbarer Anriss einer Frischdampfleitung zur Atmosphäre	4
2	Verringerte Wärmeabfuhr durch das Frischdampf- und Speisewassersystem	
2.1	Fehlfunktion der Regelung, die zu einem Absinken des Frischdampfdurchsatzes führt	2
2.2	Lastabwurf auf Eigenbedarf	2
2.3	Turbinenschnellschluss	
2.3.1	Turbinenschnellschluß mit Öffnen der Umleitstation	2
1) Ereignisklasse des wahrscheinlichsten, durch das angenommene Ereignis ausgelösten Ereignisablaufs (d.h., im allgemeinen von Nennbetriebsbedingungen ausgehend und ohne zusätzliche Versagensannahmen). Die vorgenommene Einstufung in Ereignisklassen stellt einen Vorschlag dar, von den in begründeten Fällen abgewichen werden kann.		

Bild 11

ALLGEMEINE SCHUTZZIELE

1. DIE STRAHLENBELASTUNG MUSS BEGRENZT BLEIBEN
2. DIE INTEGRITÄT DER BARRIEREN GEGEN AKTIVITÄTSFREISETZUNG MUSS IM ERFORDERLICHENMASSE ERHALTEN BLEIBEN
3. DIE FUNKTIONSFÄHIGKEIT VON SYSTEMEN MIT SICHERHEITSTECHNISCHER BEDEUTUNG MUSS IM ERFORDERLICHEN MASSE ERHALTEN BLEIBEN

Bild 12**ZUORDNUNG VON GRENZWERTKLASSEN ZU EREIGNISKLASSEN**

EREIGNISKLASSE	GRENZWERTKLASSE
1	A
2	B
3	C
4	D
5	D PARTIELL

Bild 13

ZUORDNUNG VON SCHUTZZIELEN UND GRENZWERTKLASSEN ÜBER GRENZWERTE

BEISPIEL 1

SCHUTZZIEL (ÜBERGEORDNET)	GRENZWERTKLASSE			
	A	B	C	D
PRIMÄRSYSTEM				
INTEGRITÄT BEANSPRUCHUNGEN (Systemdruck P_{SP})	BETRIEBSSTUFE A (KTA 3201.2) $P_{SP} < \text{Auslegungs-}$ druck	BETRIEBSSTUFE B (KTA3201.2) $P_{SP} < 1,1 \times \text{Aus-}$ legungsdruck	BETRIEBSSTUFE C (KTA 3201.2) Einhaltung der für diese Schutzzielklasse zul. Spannungswerte ($\alpha\%$ d. Streckgrenze) ($\beta\%$ d. Bruchgrenze)	BETRIEBSSTUFE D (KTA 3201.2) Einhaltung der für diese Schutzzielklasse zul. Spannungswerte ($\gamma\%$ d. Streckgrenze) ($\delta\%$ d. Bruchgrenze)

Bild 14

ZUORDNUNG VON SCHUTZZIELEN UND GRENZWERTKLASSEN ÜBER GRENZWERTE

BEISPIEL 2

SCHUTZZIEL (ÜBERGEORDNET)	GRENZWERTKLASSE			
	A	B	C	D
KERN				
KÜHLFÄHIGE GEOMETR.	+	+	?	?
HÜLLROHRINTEGRITÄT				
WÄRMEÜBERGANG BZW: HÜLLROHRTEMP:	KEINE KRITISCH. SIEDEZUSTÄND.	KEINE KRITISCHE SIEDEZUSTÄND. ODER $T_{HÜLL} < \sim \gamma$ (~600-650°C)	$T_{HÜLL} < 900-1200^\circ\text{C}$	$T_{HÜLL} < 1200^\circ\text{C}$
BRENNSTOFFSCHMELZEN	$T_{MAX} < \sim T_{SCHM.}$	$T_{MAX} < \sim T_{SCHM.}$	$T_{MAX} < \sim T_{SCHM.}$ BEI 90% DES TABLETTEN- QUERSCHNITTS	$\Delta H < 1170 \text{ KJ/KG}$
ZUL. ANZAHL GESCHÄDIGTER BRENNSTÄBE ALS UNMITTELBARE FOLGE DES EREIGNISSES	KEINE	KEINE	U% (0 - 5%)	V% (10 - 50%)
CHEM. KORROSION	+	+	< W% D. LOKAL. HÜLLROHRW.ST. (MERKPOSTEN: ZEITFAKTOR)	< 17% D. LOKAL. HÜLLROHRW.S T. < 1% D. ZIRKON- INVENTARS
ABSCHALTFÄHIGKEIT AUF AUSREICHENDE UNTERKRITIKALITÄT				
ERHALTEN EINER ABSCHALTFÄHIGEN GEOMETRIE	VERFORMUNGEN; DIE DIE ABSCHALTUNG BEEINFLUSSEN KÖNNEN; MÜSSEN UNTERHALB DES PLASTISCHEN BEREICHES BLEIBEN			EINHALTEN ZUL. PLAST: VERFORMUNG
LANGFRISTIGE UNTERKRITIKALITÄT	KEIN EINFLUSS AUF STABEINFAHR- CHARAKTERISTIK			
KURZFRISTIGE UNTERKRITIKALITÄT	KEIN EINFLUSS AUF STABEINFAHR- CHARAKTERISTIK			MERKPOSTEN: "VOID- ABSCHALTUNG"

Bild 15

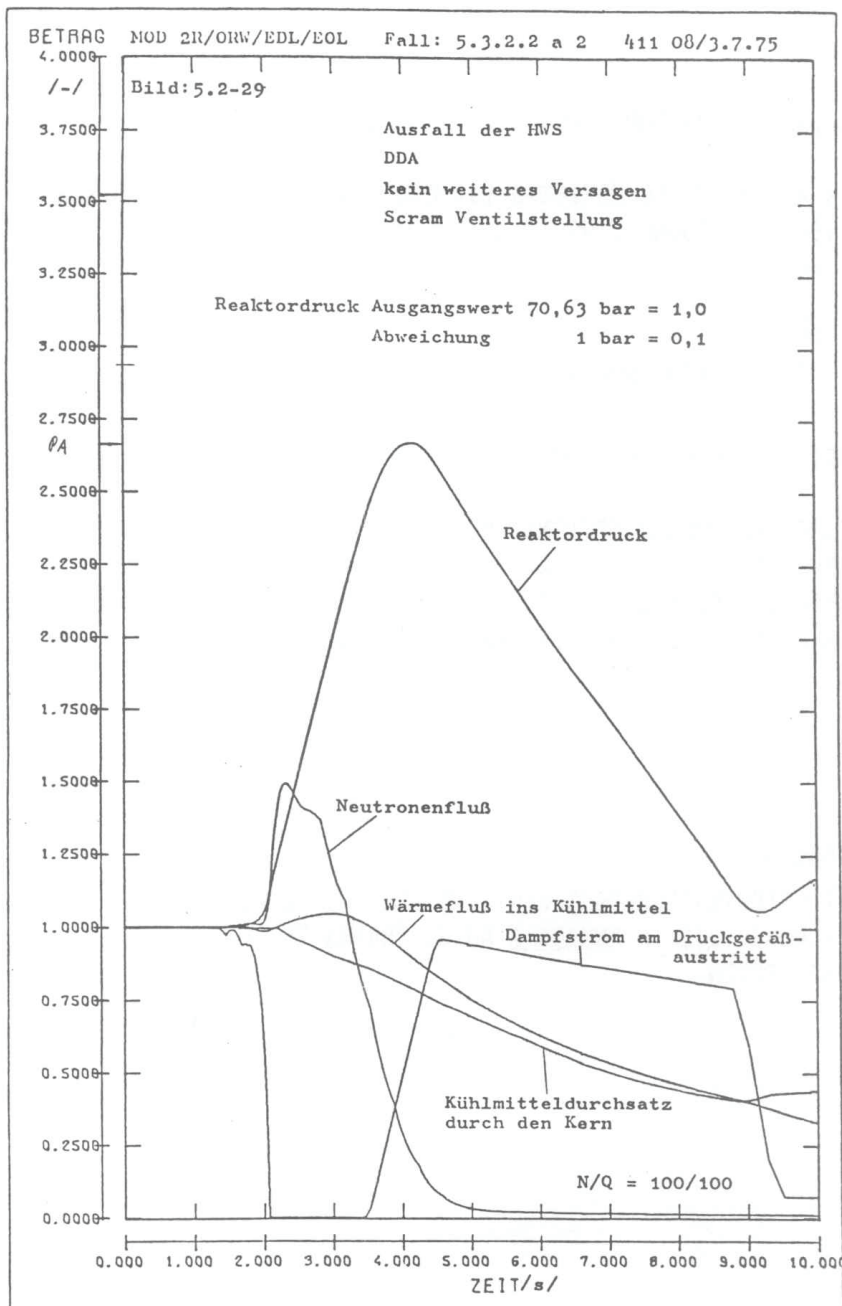


Bild 16

(3) Ereignis angenommenes

Ein angenommenes Ereignis ist ein für die Sicherheitstechnische Auslegung eines Kernkraftwerks zugrunde gelegter Vorfall.

Hinweis:

Das angenommene Ereignis löst einen Ereignisablauf aus.

(4) Ereignisablauf, angenommener

Ein angenommener Ereignisablauf ist die Beschreibung des Verhaltens der Anlage nach dem Auftreten des angenommenen Ereignisses, beeinflusst vom angenommenen Ausgangszustand der Anlage und von weiteren Versagensannahmen.

Hinweis:

Bei Leichtwasserreaktoren sind Ereignisabläufe anzunehmen, die durch die in Anhang A aufgeführten Ereignisse ausgelöst werden.

Bild 17

ANHANG A

ANGENOMMENE EREIGNISSE BEI LEICHTWASSERREAKTOREN

EREIGNISKLASSE¹⁾

- 1 ERHÖHTE WÄRMEABFUHR DURCH DAS FRISCHDAMPF-
UND SPEISEWASSERSYSTEM
- 2 VERRINGERTE WÄRMEABFUHR DURCH DAS FRISCHDAMPF-
UND SPEISEWASSERSYSTEM

2.4 UNBEABSICHTIGTES SCHLIESSEN VON FRISCHDAMPF-
ABSPERRARMATUREN 2

- 1) EREIGNISKLASSE DES WAHRSCHEINLICHSTEN, DURCH DAS ANGENOMMENE EREIGNIS AUSGELOSTEN EREIGNISABLAUFS (D. H., IM ALLGEMEINEN VON NENNBETRIEBSBEDINGUNGEN AUSGEHEND UND OHNE ZUSÄTZLICHE VERSAGENSANNAHMEN). DIE VORGENOMMENE EINSTUFUNG IN EREIGNISKLASSEN STELLT EINEN VORSCHLAG DAR, VON DEM IN BEGRÜNDETEN FÄLLEN ABGEWICHEN WERDEN KANN.

Bild 18

4.3 EREIGNISKLASSE 2

DER EREIGNISKLASSE 2 SIND DIE ANGENOMMENEN EREIGNISABLÄUFE DES ANOMALEN BETRIEBS DER ANLAGE ZUGEORDNET, DEREN ANGENOMMENE HÄUFIGKEIT SO GROSS IST, DASS MIT IHREM EINTRETEN WÄHREND DER BETRIEBSZEIT EINER ANLAGE GERECHNET WERDEN MUSS.

HINWEIS:

DIE ANGENOMMENE HÄUFIGKEIT DER ANGENOMMENEN EREIGNISABLÄUFE IST $> 3 \times 10^{-2}/A$.

DIE EREIGNISKLASSE 2 UMFASST EREIGNISABLÄUFE MIT UND OHNE ANSPRECHEN DES REAKTOR-SCHUTZSYSTEMS ODER VON BEGRENZUNGSEINRICHTUNGEN.

Bild 19

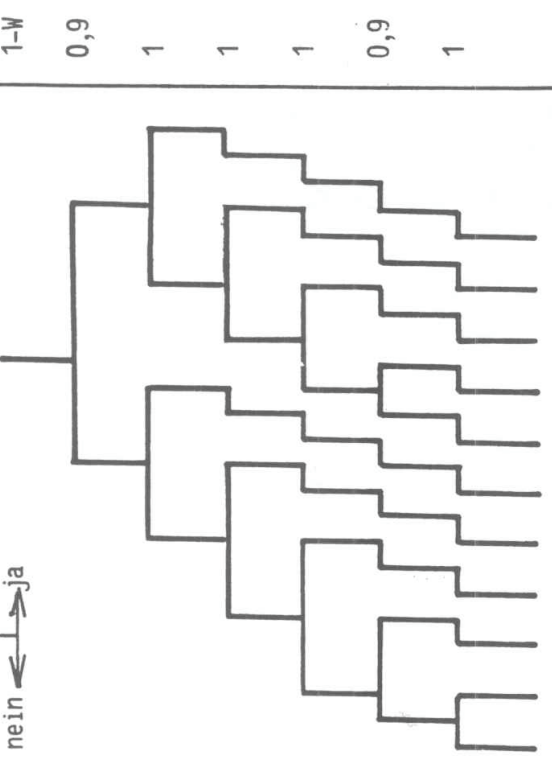
Ang. Ereignis	Fehlerhaftes Zulaufen der FD-Iso-Ventile	Bedingung erfüllt? nein ← ja →													H = 1/a				
Anf. Zust.	N > 100%														1-W	W			
Zusätzliches Versagen	1. RESA-Anregung versagt	1	10 ⁻⁴	1	10 ⁻²	1	10 ⁻²	0,9	0,1	1	10 ⁻⁶	ΣH = 1,01/a	ΣH ₂ = 0,99/a	ΣH ₃ = 2 E-2/a	ΣH ₄ = 1 E-4/a	ΣH ₅ = 1 E-6/a			
	Abfahren der HKP versagt																		
	Öffnen EV versagt																		
	RESA gestört (t _E = 6 s)																		
	RESA versagt (ATWS)																		
Erwartete Häufigkeit in 1/a		0,8	0,8 E-6	0,09	0,9 E-2	0,9 E-2	0,9 E-4	0,09	0,01	1,0 E-3	1,0 E-3	1,0 E-5							
Ereignisklasse		2	5	2	3	3	4	2	2	3	3	4							

Bild 20

4 DEFINITION VON EREIGNISKLASSEN UND BEISPIELE FÜR EREIGNISABLÄUFE

HINWEIS:

WERDEN AUS EINEM AUSLÖSENDEN EREIGNIS MEHRERE EREIGNISABLÄUFE ABGELEITET, MUSS, DIE SUMME DER HÄUFIGKEITEN DER DAVON IN EINE EREIGNISKLASSE FALLENDEN EREIGNISABLÄUFE DIE HÄUFIGKEITSANFORDERUNG DIESER KLASSE ERFÜLLEN.

Bild 21

Vorschlag für Grenzwerte

Schutzziel	Grenzwertklasse				
	A	B	C	D	D _{Partiell}
Erhalten der Barriere „Brennstoffmatrix“	kein Schmelzen $\vartheta_{Bmax} > \vartheta_{Schmelz}$	wie A	beschränktes zentrales Schmelzen zul.	wie C	wie C
Erhalten der Barriere „Brennstoffhülle“	kein DNB	$\vartheta_H < \vartheta_1$	$\vartheta_H < \vartheta_2$	RSK-Notkühlkriterien	wie D
Erhalten der Barriere „Druckführende Umschliessung“	KTA 3201.2 Betriebsstufe A	KTA 3201.2 Betriebsstufe B	KTA 3201.2 Betriebsstufe C	KTA 3201.2 Betriebsstufe D	
Erhalten der Barriere „Sicherheitsbehälter“					

Bild 22

Bild 23

Ang. Ereignis	Fehlerhaftes Zulaufen der FD-Iso-Ventile	Bedingung erfüllt? nein ← ja	H = 1/a	
	N > 100%		1-W	W
	1. RESA-Anregung versagt		0,9	0,1
	Abfahren der HKP versagt		1	10 ⁻⁴
	Öffnen EV versagt		1	10 ⁻²
	RESA gestört (t _E = 6 s)		1	10 ⁻²
	RESA versagt (ATMS)		0,9	0,1
			1	10 ⁻⁶
Zusätzliches Versagen				
Erwartete Häufigkeit in 1/a		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11	ΣH = 1,01/a	
			ΣH ₂ = 0,99/a	
Ereignisklasse			ΣH ₃ = 2 E-2/a	
			ΣH ₄ = 1 E-4/a	
			ΣH ₅ = 1 E-6/a	

U0 ₂ -Matrix T _B in °C	ger. 1695	zul. 2150	1842	1695	1870	1762	1910	1762	1940	1970
		ZS		ZS	ZS	ZS	ZS	ZS	ZS	ZS
B-Stab-Hülle T _H in °C	350	750	350	350	350	350	350	350	350	550
	600	1200	600	900	900	600	600	900	900	1200
Druckf. Umschl. p in bar	87,4	98,0	90,2	88,3	88,1	88,4	91,2	89,3	89,1	90,8
	96	>130	96	130	130	96	96	130	130	>130

Schutzziel

$$\Sigma H_i \cdot SU_i = SE$$

Entkopplung

$$H_i \cdot SU_i \leq SE_i$$

$$H_{Ei} \cdot P_{SGi} \cdot \underbrace{P_{Vi} \cdot SU_i}_{\text{Anforderungsklasse}} \leq SE_i$$

Ereignis-
klasse Schutz-
ziel Anforderungsklasse

Bild 24

Einteilungsgesichtspunkte und Begriffe

Quelle	Einteilungskriterium			
	Häufigkeit ↓			Gefährdungspotential ↓ (Qualität) ↓
UA-SF	Ereignisklassen	→	Schutzzielklassen	- (Anforderungskl.)
3201	Lastfälle	→	Beanspruchungsstufen	-
3202	-		-	Komponentenklassen (Systemklassen)
ASME	-		Service Level A, B, C, D	Class NB, NC, ND

Bild 25

Teilnehmer an der 3. KTA-Obleutetagung am 24. Juni 1981 in Köln beim TÜV Rheinland

Aleite	KWU	UA-IR
Bachmann	KWU	UA-IR, AG 3501, 3502, 3503
Batzies	BBC	PUA
Dr. Bauer	RWE	UA-SF
Dr. Bilger	KKP	UA-SB
Dr. Bloser	BMI	UA-SF
Böckels	RWTÜV	AG 2501
Bork	KTA-GS	
Borst	KWU	UA-SS, AG 3701-3705
Dr. Bröcker	NWK	UA-SF, AG 2101.1-Ex.
Burchhardt	TÜV Rheinland	
Burke	TÜV Bayern	UA-RW, AG 1301
Caspar	BBR	UA-SF
Prof. Dr. Clausmeyer	RWTÜV	UA-DU, UA-QS
Deckers	TÜV Rheinland	AG 1401, 1404
Dittmar	TÜV Rheinland	
Dr. Ehret	VGB	
Ellmer	VAK	UA-BB, AG 3201.4
Erdmann ..	TÜV Rheinland	
Feigel	KWU	
Dr. Feldmann	BMI	
Dr. Fett	KTA-GS	
Fichtner	Nke-GS	
Freund	KTA-GS	

Dr. Freund	KTA-GS	
Dr. Frisch	GRS	UA-RK
Dr. Göhring	DWK	AG 2201.6
Groha	KWU	UA-AB, AG 2105
Dr. Hahn	RWTÜV	UA-GS
Hähnel	KTA-GS	
Halmy	TÜV Rheinland	UA-SF, AG 3301
Hartung	TÜV Rheinland	UA-IR
Heining	RWE	UA-IR, AG 3506
Dr. Hintergräber	KWU	UA-AB, AG 2201.4
Hurlebaus	KWU	UA-WS, AG 3301
Jaerschky	Isar-Amperwerke	UN-BB
Jaschinski	KWU	
Kaestle	GRS	AG 2201
Karnowski	TÜV Stuttgart	UA-SB, AG 3407
Dr. Keusenhoff	GRS	UA-WS
Klar	Siemens	AG 3507
Klein	Interatom	UA-SF
Dr. Kleppmann	TÜV Stuttgart	AG 1407
Kober	KWU	AG 3402, 3409
Dr. Kröger	KFA	UA-SF
Krottil	KWU	AG 1201, 1202, 1404
Dr. Krugmann	KWU	UA-SF
Dr. Lasch	KGB	AG 1503.3
Leimeister	KTA-GS	
Liemersdorf	GRS	AG 2102,3301
Lorenz	VEW	UA-SF
Dr. Mainka	KTA-GS	
Mainzer	FDBR	UA-DU, AG 3201.2, 3401

Masuhr	TÜV Rheinland	
Orth	KWU	PUA, SUA, AG 3404
Philip	KTA-GS	
Dr. Preusche	KWU	UA-SF
Reck	KTA-GS	
Riedel	KTA-GS	
Dr. Röllig	HRB	AG 3102
Rosarius	VdTÜV	AG 1408, 3401.3
Dr. Sander	BBR	UA-SF
Dr. Schenk	KWO	SUA
Schmischke	KTA-GS .	
Schmitz	KTA-GS	
Prof. Dr. Schön	PTB	AG 2101.1-Ex.
Schulze	KTA-GS	
Schwarzer	KTA-GS	
Dr. Sommer	HRB	UA-SF
Sommer	TÜV Rheinland	UA-IR, AG 3501, 3504
Staimer	Bayernwerk	UA-SS
Prof. Dr. Steen	PTB	
Stöbel	TÜV Rheinland	UA-K2
Stünkel	KWU	AG 3605
Stute	KTA-GS	
Ullrich	GRS	UA-SF
Walterscheidt	KTA-GS	
Winands	KTA-GS	
Wittmann	KWU	AG 2101.1-Br.
Wöhrle	EVS	AG 2101.3
Wolff	RWE	AG 3101