

# Dokumentationsunterlage zur Regelerstellung

## KTA 1503.3

### Überwachung der Ableitung gasförmiger und aerosolgebundener radioaktiver Stoffe

#### Teil 3: Überwachung der nicht mit der Kaminfortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe

Fassung 6/99

##### Inhalt:

	Seite
1 Auftrag des KTA .....	1
2 Beteiligte Personen .....	1
3 Erstellung der Regel .....	1
4 Ausführungen zum Regeltext .....	2

#### 1 Auftrag des KTA

Der Kerntechnische Ausschuß (KTA) hat auf seiner 41. Sitzung am 1. Dezember 1987 die Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V. (VGB) beauftragt, federführend einen Regelentwurfsvorschlag

**KTA 1503.3** „Messung und Überwachung der Ableitung gasförmiger und aerosolgebundener radioaktiver Stoffe; Teil 3: Überwachung der nicht mit der Kaminfortluft abgegebenen radioaktiven Stoffe“

mit einer Dokumentationsunterlage durch ein Arbeitsgremium zu erarbeiten.

Mit der Prüfung des Regelentwurfsvorschlags wurde der Unterausschuß RADIOAKTIVITÄTSÜBERWACHUNG beauftragt. Im Rahmen einer Straffung der Regelarbeit und einer damit verbundenen Reduzierung der Anzahl der KTA-Unterausschüsse wurde dem Unterausschuß STRAHLENSCHUTZTECHNIK o.a. Aufgabe übertragen.

#### 2 Beteiligte Personen

##### 2.1 Arbeitsgremium

- aus Datenschutzgründen in dieser Datei gelöscht

##### 2.2 Zuständiger Mitarbeiter der Technischen Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V. (VGB)

- aus Datenschutzgründen in dieser Datei gelöscht

##### 2.3 KTA-Unterausschuß STRAHLENSCHUTZTECHNIK (UA-ST)

- aus Datenschutzgründen in dieser Datei gelöscht

Zuständiger Mitarbeiter der KTA-Geschäftsstelle:

Dr. S. Sackmann KTA-Geschäftsstelle beim BfS, Salzgitter

#### 3 Erstellung der Regel

##### 3.1 Erstellung der Regelentwurfsvorlage

- in dieser Datei gelöscht

##### 3.2 Erstellung der Regelvorlage

- in dieser Datei gelöscht

## 4 Ausführungen zum Regeltext

### Zum Titel der Regel

Die Änderungen berücksichtigen:

- a) die zwischenzeitlich vereinbarte Neudefinition des Begriffes „Überwachung“, nach der die Messung als eine mögliche Form der Überwachung anzusehen ist,
- b) die Definition des Begriffes „Fortluft“ als „die in das Freie abgeführte Abluft“.

### Nicht regelfähige Überwachungen:

Nicht regelfähig sind:

- a) Die Überwachung beim Auslegungstörfall Erdbeben, bei dem eine Leckage aus dem Reaktorhilfsanlagengebäude zu unterstellen ist.  
Begründung: Sowohl die Lage als auch die Größe von Gebäudeöffnungen, die durch Erdbeben entstehen, sind nicht vorhersehbar. Somit ist für diese Fälle auch keine geeignete Überwachung planbar.
- b) Die Überwachung von Bränden, bei denen die Aktivität nicht über den Kamin abgeleitet wird.  
Begründung: Eine relevante Aktivitätsfreisetzung aus Systemen in die Gebäudeluft und der gleichzeitige Brandfall sind nicht zu unterstellen. Falls aber Brände mit Aktivitätsabgaben auftreten, erlauben Brandgase und Rauch keine zuverlässige Erfassung von Aktivitätsabgaben (eingeschränkte Begehbarkeit der Brandabschnitte, keine Möglichkeit der repräsentativen Probeentnahme (zeitlich und örtlich), massive Ablagerungen von Ruß- und Rauchpartikeln).
- c) Die Überwachung von Freisetzungen bei über Auslegungstörfällen hinausgehenden Ereignissen auf nicht vorhersehbaren Wegen.  
Begründung: Sowohl die Lage als auch die Größe von Gebäudeöffnungen, durch die bei über Auslegungstörfällen hinausgehenden Ereignissen die Freisetzung auf nicht vorhersehbaren Wegen erfolgt, sind unbekannt. Somit ist für diese Fälle auch keine geeignete Überwachung planbar.

### Zu Abschnitt 3 „Ermittlung der Abgabewege und Überwachungskonzept“

Im Abschnitt 3.1 hat das Arbeitsgremium Kriterien zur Ermittlung der zu überwachenden Abgabewege formuliert. Durch das „ein Zehntel-Kriterium“ soll die unterschiedliche Emissionshöhe bei der Ableitung mit der Kaminfortluft im Vergleich zu den Aktivitätsabgaben berücksichtigt werden, die nicht mit der Kaminfortluft erfolgen (- Verhältnis der Strahlenexposition bei unterschiedlichen Emissionshöhen und gleichen Aktivitätsabgaben -).

Zur Herleitung des „ein Zehntel-Kriteriums“ wurde ausgehend von Wochenabgaben, die den Nachweisgrenzen nach KTA 1503.1 für Edelgase, Aerosole, Jod 131, Tritium, Alphastrahlern und Kohlenstoff 14 entsprechen, und den Vorgaben in den „Allgemeinen Verwaltungsvorschriften zu § 45 StrlSchV“ die effektive Dosis für Emissionshöhen von 50 m und 150 m ermittelt. Dabei zeigt sich, daß die effektive Dosis bei einer Emissionshöhe von 150 m ungefähr ein Zehntel der effektiven Dosis bei 50 m beträgt.

Bei der Herleitung dieses Kriteriums wurde berücksichtigt, daß das gleichzeitige Auftreten mehrerer dieser Abgabewege hinreichend unwahrscheinlich ist.

### Zu Abschnitt 4 „Technische Einrichtungen, administrative Maßnahmen und Durchführung der Überwachung“

- a) Freisetzung aus dem Ringraum nach Kühlmittelverluststörfällen (DWR)  
Nach einem Kühlmittelverluststörfall im Reaktorsicherheitsbehälter kommt es im Ringraum durch die Volumenverkleinerung infolge Ausdehnung der Stahlhülle und durch die Wärmezufuhr aus dem Reaktorsicherheitsbehälter zu einem geringen Druckanstieg. Bereits nach etwa 20 Sekunden werden die Durchdringungsarmaturen geschlossen, gleichzeitig wird die Ringraumabsaugung in Betrieb genommen und nach etwa 5 Minuten wird die Fortluftanlage des Ringraumes außer Betrieb genommen. Durch diese Maßnahmen wird sichergestellt, daß Leckagen aus dem Reaktorsicherheitsbehälter über die Ringraumabsauganlage gefiltert und dann mit der Kaminfortluft abgeleitet werden.  
Eine Freisetzung aus dem Ringraum nach Kühlmittelverluststörfällen braucht nicht berücksichtigt zu werden, weil der Überdruck nur kurzfristig in einer Phase ansteht, in der der mögliche Aktivitätseintrag aus dem Reaktorsicherheitsbehälter in den Ringraum noch gering ist und zudem die beschriebenen Lüftungstechnischen Maßnahmen potentielle Freisetzungen aus dem Ringraum sicher verhindern.
- b) Kaltwasserversorgung für das Abgassystem (DWR)  
Das Arbeitsgremium hat sich davon überzeugt, daß es Stand der Technik ist, die Kaltwasserversorgung für das Abgassystem mit einem höheren Druck zu betreiben als das Abgassystem selbst, diesen Zustand zu überwachen und sicherzustellen, daß bei einem Abfall des Drucks in dem Strang des Kaltwassersystems, der für die Kühlung des Abgassystems verwendet wird, automatisch dieser Strang von den übrigen Strängen des Kaltwassersystems abgesperrt wird.  
Daher ist nach den Kriterien des Abschnittes 3.1 eine Überwachung grundsätzlich nicht erforderlich.
- c) Hilfsdampfsystem
  - c1) Hilfsdampfsystem (DWR)  
Die Dampfversorgung erfolgt aus dem HD-Anzapfsystem, dem Frischdampfsystem oder der Hilfskesselanlage.  
Ein Aktivitätseintrag in das Hilfsdampfsystem kann nur über die primärseitig mit einem radioaktiven Medium beaufschlagten Verbraucher (sog. nukleare Verbraucher) geschehen.  
Bei Dampfversorgung aus dem HD-Anzapfsystem oder dem Frischdampfsystem wird ein möglicher Aktivitätseintrag in das Hilfsdampfsystem mit dem Hilfsdampf-kondensat entweder in die Dampferzeuger-Abschlammung oder zur Konden-

satorevakuierung transportiert und fällt damit nicht mehr in den vorgegebenen Regelungsbereich der Regel KTA 1503.3.

Im Hilfskesselbetrieb erfolgt beim Aufkochen im Hilfsspeisewasserbehälter (zum Entgasen von Sauerstoff) eine kontinuierliche Abgabe evtl. im Hilfsdampfcondensat vorhandener Aktivität über das Dach. Der Massenstrom liegt in der Größenordnung von 0,02 kg/s. Daraus ergibt sich während des Hilfskesselbetriebs eine Abgabe von ungefähr 12 Mg pro Woche.

Eine Überwachung dieses Pfades ist jedoch nicht erforderlich, da auf diesem Weg bei Berücksichtigung eines realistischen Trennfaktors nur geringfügige Aktivitätsmengen abgegeben werden können, selbst wenn man unterstellt, daß die Aktivitätskonzentration im Hilfsdampfcondensat den ungünstigsten Verlauf annimmt, der möglich ist, ohne daß die Rückförderung des Hilfsdampfcondensats in den Hilfsspeisewasserbehälter unterbrochen wird. (Vgl. KTA 1504 - Fassung 6/94- Abschnitt 3.5.2)

#### c2) Hilfsdampfsystem (SWR)

Die Dampfversorgung erfolgt aus einem primärseitig mit Frischdampf beaufschlagten Dampfumformer oder der Hilfskesselanlage.

Daher kann bei Siedewasserreaktoren ein Aktivitätseintrag in das Hilfsdampfsystem nicht nur wie bei Druckwasserreaktoren über die nuklearen Verbraucher geschehen, sondern auch bei einer Leckage eines der Heizrohre des Hilfsdampfumformers tritt radioaktiver Dampf in das Hilfsdampfsystem über.

Das Arbeitsgremium hat sich jedoch davon überzeugt, daß es Stand der Technik ist, die bei der Entgasung des Hilfsdampfsystems freigesetzten gasförmigen und aerosolgebundenen radioaktiven Stoffe in die Lüftungstechnischen Anlagen des Kontrollbereiches abzuleiten. Dadurch fällt dieser Abgabeweg nicht in den Regelungsbereich der Regel KTA 1503.3.

### Zu Abschnitt 4.3.1.1 und 4.3.2.1 „Aktivitätsabgaben aus dem Sekundärkreis durch Leckagen in die Maschinenhausraumluft und über Dachlüfter an die Umgebung im bestimmungsgemäßen Betrieb“

#### a) radioaktive Edelgase

Die Aktivitätsabgabe radioaktiver Edelgase über diesen Pfad braucht nicht im Berichtsbogen aufgeführt zu werden, da sie im bestimmungsgemäßen Betrieb innerhalb einer Woche kleiner ist als ein Zehntel der Aktivität, die sich als Produkt aus dem Kaminfortluftvolumen in dieser Zeit mit der nach KTA 1503.1, Tabelle 3-4, geforderten Nachweisgrenze für die Bilanzierung radioaktiver Edelgase ergibt, d.h., kleiner ist als

$$500 \text{ Bq/m}^3 \times 0,1 \times 160.000 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h/d} \times 7 \text{ d/Woche} = 1,34 \times 10^9 \text{ Bq/Woche}$$

Eine Abschätzung der über diesen Pfad maximal abgebbaren Menge radioaktiver Edelgase ergibt sich aus einer konservativ gewählten spezifischen Edelgasaktivität im Primärkühlmittel von  $1 \times 10^{12}$  Bq/Mg, einer für den bestimmungsgemäßen Betrieb abdeckenden Dampferzeugerleckrate von 20 kg/h für den defekten Dampferzeuger und einer Dampfleckage von 200 Mg/Woche aus dem Sekundärkreis über die Maschinenhausfortluft (Dachlüfter):

$$1 \times 10^{12} \text{ Bq/Mg} \times 20 \text{ kg/h} \times 1 \text{ h}/(3600 \text{ s} \times 2000 \text{ kg/s}) \times 200 \text{ Mg/Woche} \sim 6 \times 10^8 \text{ Bq/Woche}$$

(Ca. 2000 kg/s beträgt der Frischdampfmassenstrom für 1300-MW-Druckwasserreaktor-Kernkraftwerke.  $1 \text{ h}/(3600 \text{ s} \times 2000 \text{ kg/s})$  ist dann der sog. Frischdampfverdünnungsfaktor für die Primärkühlmittelleckage.)

#### b) Alphastrahler

Für Alphastrahler ergibt sich für ein Zehntel des Produktes aus dem innerhalb einer Woche abgegebenen Kaminfortluftvolumen mit der nach KTA 1503.1, Tabelle 3-4, geforderten Nachweisgrenze für die Bilanzierung von Alphastrahlern ein Wert von:

$$5 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^3 \times 0,1 \times 160.000 \text{ m}^3/\text{h} \times 24 \text{ h/d} \times 7 \text{ d/Woche} = 1,34 \times 10^4 \text{ Bq/Woche}$$

Direkt verwendbare Daten für die spezifische Aktivität von Alphastrahlern im Frischdampf liegen nicht vor. Unter der Voraussetzung, daß das Verhältnis der spezifischen Aktivität im Frischdampf von Strontium 90 zur spezifischen Aktivität von Alphastrahlern im Frischdampf gleich dem Verhältnis im Primärkühlmittel ist, ergibt sich bei der Auslegungsaktivität im Primärkühlmittel, einer als abdeckend gewählten Dampferzeugerleckage von 20 kg/h und einer für den bestimmungsgemäßen Betrieb konservativ gewählten Dampfleckage von 200 Mg/Woche aus dem Sekundärkreis über die Maschinenhausfortluft (Dachlüfter) als maximale Aktivitätsabgaberate für Alphastrahler ca. 1 Bq/Woche. Da dieser Wert um Größenordnungen kleiner ist als der oben berechnete Vergleichswert, braucht die Aktivitätsabgabe von Alphastrahlern über diesen Pfad nicht im Berichtsbogen aufgeführt zu werden.

### Zu Abschnitt 4.3.2.2 „Aktivitätsabgaben aus dem Sekundärkreis über die Sicherheitsventile im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen“

Bei Druckwasserreaktoren mit Geradrohrdampferzeugern stellt das Notspeisewassersystem bei Störfällen auf der Sekundärseite eines Dampferzeugers, wie z.B. bei einem Frischdampfleitungsbruch, die Nachwärmeabfuhr sicher.

Die Nachwärmeabfuhr erfolgt im geschlossenen Kreislauf durch Entnahme und Kondensieren von Frischdampf und Einspeisung des Kondensates in die Dampferzeuger.

Die Notkondensatoren werden über den Fortluftkamin entlüftet. Die über diesen Weg in Form nicht kondensierbarer Gase abgeleitete Aktivität ist vernachlässigbar.

Das Notspeisewassersystem ist an die Notstromversorgung angeschlossen.

Zu Anhang B „Rechenvorschriften SWR der Baulinie 72“

Zu  $V_A$ : Beim Versagen einer Frischdampf- oder einer Speisewasserleitung durchmischt sich der ausdampfende Leckmassenstrom mit der die Leckstelle umgebenden Raumluft. Dabei werden zwangsläufig auch die in die Maschinenhausatmosphäre freigesetzten Radionuklide auf ein größeres Volumen verteilt und entsprechend ihre Aktivitätskonzentration verringert, ehe sie über die Maschinenhausdachklappen abgegeben werden können.

Auch bei nur kurzzeitigen Leckagen und kurzzeitigem Öffnen der Maschinenhausdachklappen darf man nicht davon ausgehen, daß die freigesetzte Aktivität unverdünnt („Strahlenbildung“) aus den Maschinenhausdachklappen ausströmt, denn gerade in diesem Fall besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, daß nur die „nicht mit Leckdampf beaufschlagte Maschinenhausluft“ über der Leckagestelle aus dem Maschinenhaus herausgedrückt wird. Als Schätzwert für die mittlere Aktivitätskonzentration in dem abgegebenen Dampf-/Luftgemisch wird deshalb der Wert vorgeschlagen, der sich bei gleichmäßiger Verteilung der in die Maschinenhausatmosphäre freigesetzten Radionuklide auf ein Volumen  $V_A$  ergibt. Das Arbeitsgremium ist der Überzeugung, daß für  $V_A$  das freie Volumen der Turbinenhalle die sinnvollste Festlegung ist. Dies gilt auch für Leckageorte im Reaktorgebäude, da das zur Verdünnung beitragende Volumen des Reaktorgebäudes abhängig vom Leckageort stark variieren kann und im Mittel gering im Vergleich zum Volumen der Turbinenhalle ist.

Zu  $F_A$ : Beim Versagen einer Speisewasserleitung dampft aus dem Leckmassenstrom bei der Entspannung auf Umgebungsdruck ein Anteil  $F_A$  aus. Es wird vorgeschlagen,  $F_A = 0,2$  zu setzen. Ein genauerer Wert kann aus einer Enthalpie-Bilanz ermittelt werden.

Zu  $\ddot{U}_A$ : Bei der Entspannung des ausströmenden Speisewassers auf Umgebungsdruck wird ein geringer Anteil der Aktivität des Speisewassers mechanisch in Wassertröpfchen mit dem entstehenden Dampf mitgerissen. In einer experimentellen Untersuchung zur Freisetzung von Spaltprodukten bei einem Wirkdruckleitungsbruch - Förderungsvorhaben BMFT 1500770/1 1990 - wurde ermittelt, daß die Radionuklidkonzentration (Jod, Caesium) im Ausströmrohr des Bruchraumes im Verhältnis zur Radionuklidkonzentration im unverdampft bleibenden Wasser 0,28% bis 0,84% beträgt.

Der bei dem „Experiment Wirkdruckleitungsbruch“ spontan verdampfende Anteil des ausströmenden Wassers beträgt ca. 50% im Vergleich zu ca. 20% bei dem Versagen einer Speisewasserleitung, so daß eher ein geringerer Mitriß von Aktivität beim Verdampfen von Speisewasser zu erwarten ist. Ein Wert von 0,01 für den Übertragungsfaktor für Radionuklide aus dem Speisewasser in den Dampf ist daher ausreichend konservativ gewählt. (Für radioaktive Edelgase muß natürlich  $\ddot{U}_A = 1$  gesetzt werden.)