

**KTA 1507****Überwachung der Ableitungen radioaktiver Stoffe bei Forschungsreaktoren**

Fassung 6/98

Frühere Fassung der Regel: 3/84 (BAnz. Nr. 125a vom 7. Juli 1984)

**Inhalt**

	Seite
Grundlagen .....	2
1 Anwendungsbereich.....	2
2 Begriffe.....	2
3 Überwachung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb	4
3.1 Allgemeine Anforderungen.....	4
3.2 Radioaktive Edelgase.....	5
3.3 Radioaktive Aerosole.....	5
3.4 Radioaktives gasförmiges Jod .....	6
3.5 Tritium .....	7
3.6 Radioaktives Strontium.....	7
3.7 Alphastrahler .....	8
3.8 Kohlenstoff 14.....	8
3.9 Probeentnahme.....	8
3.10 Nicht zentral erfaßte Emissionen.....	9
4 Überwachung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe bei Störfällen .....	9
4.1 Allgemeine Anforderungen.....	9
4.2 Radioaktive Edelgase.....	9
4.3 Radioaktive Aerosole.....	10
4.4 Radioaktives gasförmiges Jod .....	10
4.5 Tritium .....	10
4.6 Probeentnahme.....	12
5 Überwachung der mit Wasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe .....	12
5.1 Radioaktiv kontaminiertes Abwasser .....	12
5.2 Kühlwasser.....	14
6 Ausführung der Überwachungseinrichtungen .....	17
6.1 Allgemeine Anforderungen an festinstallierte Überwachungseinrichtungen.....	17
6.2 Spezielle Anforderungen an festinstallierte Meßeinrichtungen zur Überwachung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe bei Störfällen.....	18
7 Instandhaltung der festinstallierten Überwachungseinrichtungen.....	19
7.1 Wartung und Instandsetzung .....	19
7.2 Prüfungen.....	19
7.3 Beseitigung von Mängeln .....	20
8 Meßergebnisse .....	21
8.1 Dokumentation.....	21
8.2 Berichterstattung an die Behörden .....	22
Anhang: Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird.....	25
Stichwortverzeichnis.....	26

## Grundlagen

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

(2) Dem Schutz von Personen innerhalb und außerhalb der Anlage vor ionisierenden Strahlen sowie der Kontrolle der bestimmungsgemäßen Funktion von Einrichtungen zur Rückhaltung fester, flüssiger und gasförmiger radioaktiver Stoffe in den vorgesehenen Umschließungen, zur Handhabung und kontrollierten Führung der radioaktiven Stoffe innerhalb der Anlage sowie zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe dient unter anderem die festinstallierte und bewegliche Strahlenschutzinstrumentierung. An diese Instrumentierung werden in den Regeln der Reihe KTA 1500 konkrete sicherheitstechnische Anforderungen gestellt.

(3) Die Regel KTA 1507 beinhaltet Anforderungen an technische Einrichtungen und ergänzende organisatorische Maßnahmen, die als notwendig angesehen werden, um die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser bei Forschungsreaktoren im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen zu überwachen.

(4) Zur Erfüllung der Forderungen des § 46 Abs. 1 StrlSchV, nach denen dafür zu sorgen ist, daß eine unkontrollierte Ableitung vermieden wird, die abgeleitete Aktivität so gering wie möglich ist und die Ableitung überwacht und nach Art und Aktivität spezifiziert der zuständigen Behörde mindestens jährlich angezeigt wird, sind Einrichtungen zur Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe zu installieren und zu betreiben. Diese Überwachungseinrichtungen müssen nach § 72 StrlSchV dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

(5) Die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe hat folgende Aufgaben zu erfüllen:

- a) Bilanzierung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe als eine Grundlage zur Beurteilung der radiologischen Auswirkungen,
- b) automatische Auslösung von Signalen bei Grenzwertüberschreitungen,
- c) Lieferung eines Beitrags zur Erfüllung der Vorschriften des § 46 Abs. 1 Nummer 3 der StrlSchV.

(6) Neben den Anforderungen dieser Regel sind das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) und das jeweilige Landeswassergesetz zu erfüllen.

(7) Beim Einleiten von Abwasser in eine öffentliche Kanalisation sind die jeweiligen Anforderungen und Verbote des kommunalen Satzungsrechts zu beachten.

## 1 Anwendungsbereich

(1) Diese Regel ist anzuwenden auf Einrichtungen zur Überwachung der Ableitung gasförmiger, aerosolgebundener und flüssiger radioaktiver Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb und bei Störfällen aus ortsfesten Forschungsreaktoren mit einer Leistung größer als 50 kW einschließlich der Anlagenteile, die durch die atomrechtliche Genehmigung miterfaßt werden.

### Hinweis:

Beispiele für derartige Anlagenteile sind Neutronenleiter, Kalte und Heiße Neutronenquellen und Bestrahlungseinrichtungen.

(2) Bei Forschungsreaktoren mit einer Leistung kleiner als oder gleich 50 kW und Nulleistungsreaktoren, z.B. Unterichtsreaktoren und kritischen Anordnungen, sollte die Anwendung dieser Regel nur insoweit erfolgen, wie es unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalls begründet ist.

(3) Werden flüssige radioaktive Stoffe an befugte Dritte, z.B. zentrale Dekontaminationseinrichtungen oder Landessammelstellen, abgegeben, so ist die Überwachung dieser Stoffe nicht Gegenstand dieser Regel.

### Hinweis:

Für die Abgabe radioaktiver Stoffe sind die §§ 77 und 78 StrlSchV einschlägig.

## 2 Begriffe

### 2.1 Abflutwasser

Abflutwasser ist der Teil des umlaufenden Kühlwassers, der aus sekundären oder tertiären Kühlkreisen abgegeben wird, um die Menge der Inhaltsstoffe des Kühlwassers in zulässigen Grenzen zu halten.

### 2.2 Ableitung radioaktiver Stoffe

Ableitung radioaktiver Stoffe ist die Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage auf hierfür vorgesehenen Wegen.

### 2.3 Ansprechvermögen eines Meßgerätes

Ansprechvermögen eines Meßgerätes ist das Verhältnis einer am Meßgerät beobachteten Anzeige zu der sie verursachenden Meßgröße.

### 2.4 Bestimmungsgemäßer Betrieb

Bestimmungsgemäßer Betrieb umfaßt

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

### 2.5 Bilanzierung radioaktiver Stoffe

Bilanzierung ist eine besondere Form der Überwachung und besteht aus der Identifizierung und Aktivitätsbestimmung der in einer vorgegebenen Zeitspanne abgeleiteten Radionuklide oder Radionuklidgruppen.

### 2.6 Caesium 137-Äquivalent

Caesium 137-Äquivalent ist die Aktivitätskonzentration in Einheiten von Becquerel durch Kubikmeter, die durch Multiplikation der gemessenen Gamma-Zählrate der zu untersuchenden Probe mit dem unter gleichen Geometriebedingungen ermittelten Verhältnis von Aktivitätskonzentration zu Gamma-Zählrate einer Caesium 137-Standardlösung erhalten wird.

## 2.7 Doppelbestimmung

Doppelbestimmungen sind an aliquoten Teilen einer repräsentativen Probe nach dem gleichen Verfahren durchgeführte Aufbereitungsschritte (z.B. Eindampfen, radiochemische Trennung) mit anschließender Aktivitätsmessung.

## 2.8 Erkennungsgrenze

Siehe 2.20.2

## 2.9 Forschungsreaktor

Forschungsreaktor ist ein Kernreaktor, der ausschließlich für mindestens eine der folgenden Aufgaben betrieben wird:

- Nutzung der bei der Kernspaltung entstehenden Strahlung,
- Messung kernphysikalischer Daten,
- Messung reaktorphysikalischer Daten.

## 2.10 Gesamtverlustfaktor (Aerosole)

Der Gesamtverlustfaktor setzt sich zusammen aus dem Rohrfaktor, dem Fehler aufgrund möglicher anisokinetischer Probeentnahme, dem Fehler bei der Erfassung eines repräsentativen Teilluftstroms mittels Probeentnahmerechen und dem Einfluß der Rückhaltung in den Sammel- und Meßeinrichtungen.

## 2.11 Kalibrierung einer Meßanordnung der Strahlungsüberwachung

Kalibrierung einer Meßanordnung der Strahlungsüberwachung ist die Ermittlung des funktionellen Zusammenhangs zwischen der Anzeige und dem Wert der Meßgröße.

## 2.12 Kühlkreis

Kühlkreis ist ein Kühlsystem, bei dem ein Kühlmedium zum Zwecke des Wärmetransportes wiederholt umgewälzt wird.

## 2.13 Kühlkreis, geschlossener

Geschlossener Kühlkreis ist ein Kühlsystem, das keine Verbindung zwischen seinem Kühlmedium und dem Medium aufweist, an das es die Wärme abgibt.

## 2.14 Kühlkreis, offener

Offener Kühlkreis ist ein Kühlsystem, das eine Verbindung zwischen seinem Kühlmedium und dem Medium aufweist, an das es die Wärme abgibt.

## 2.15 Kühlkreis, primärer

Primärer Kühlkreis ist ein Kühlkreis, in dem die Wärme des Reaktorkerns mittels Kühlmedium zum Wärmetauscher transportiert wird. Das Kühlmedium steht im direkten Kontakt mit den Brennelementen.

## 2.16 Kühlsystem, sekundäres

Sekundäres Kühlsystem ist ein Kühlsystem, in dem die vom primären Kühlkreis zum Wärmetauscher transportierte Wärme vom Wärmetauscher abgeleitet wird.

## 2.17 Meßbereichsfaktor

Meßbereichsfaktor ist das Verhältnis des Skalenendwertes eines Meßbereichs zum Skalenendwert des nächstempfindlicheren Meßbereichs.

## 2.18 Meßmedium

Meßmedium ist eine aus dem zu überwachenden Medium entnommene Probe, die, ggf. nach einer verfahrenstechnischen Behandlung, wie z.B. Aufheizen, Filtern, Verdünnen, das Meßvolumen (d.h. den Bereich, für den das Ansprechvermögen des zugehörigen Meßgerätes bei der Kalibrierung ermittelt wurde) durchströmt.

## 2.19 Mischprobe

Mischprobe ist eine Mischung von Einzelproben oder Sammelproben oder von Teilen dieser Proben aus einer spezifizierten Zeitspanne.

## 2.20 Nachweisgrenze und Erkennungsgrenze einer Meßeinrichtung für ein bestimmtes Nuklid oder Nuklidgemisch

### 2.20.1 Nachweisgrenze

Die Nachweisgrenze für ein bestimmtes Nuklid oder Nuklidgemisch ist derjenige Wert der Meßgröße, der unter Verwendung statistischer Kenngrößen nach den in Abschnitt 2.20.3 aufgeführten Gleichungen zu berechnen ist. Sie dient der Prüfung, ob eine Meßeinrichtung für einen Meßzweck geeignet ist. Dazu wird die berechnete Nachweisgrenze mit einer vorgegebenen Nachweisgrenze verglichen, die z.B. aus wissenschaftlichen, gesetzlichen oder sonstigen Gründen gefordert wird.

Hinweis:

Meßgrößen sind z.B. Aktivität, Aktivitätskonzentration, Zeitintegral der Aktivitätskonzentration.

### 2.20.2 Erkennungsgrenze

Die Erkennungsgrenze für ein bestimmtes Nuklid oder Nuklidgemisch ist derjenige Wert der Meßgröße, der unter Festlegung statistischer Kenngrößen nach den in Abschnitt 2.20.3 aufgeführten Gleichungen zu berechnen ist. Sie dient zur Entscheidung, ob bei einer Radioaktivitätsmessung ein Beitrag des untersuchten Mediums vorliegt, oder ob lediglich der Nulleffekt gemessen wurde.

### 2.20.3 Definition der Nachweis- und Erkennungsgrenze:

$$\text{Nachweisgrenze} \quad G_N = f \cdot k_N \cdot S$$

$$\text{Erkennungsgrenze} \quad G_E = f \cdot k_E \cdot S$$

Dabei gilt:

- für die integrale digitale Messung:

$$S = \sqrt{\frac{R_o}{t_o} \left( 1 + \frac{t_o}{t_m} \right)}$$

- für die integrale analoge Messung:

$$S = \sqrt{\frac{R_o}{2\tau}}$$

c) für die Gamma-Spektrometrie:

$$S = \sqrt{\frac{2b \cdot \bar{R}_o(E_\gamma)}{t_m}}$$

d) für die Alpha-Spektrometrie:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma R_o(E_\alpha)}{t_o} \left(1 + \frac{t_o}{t_m}\right)}$$

Bedeutung der Symbole:

$G_N$	Nachweisgrenze	z.B. Bq
$G_E$	Erkennungsgrenze	z.B. Bq
$f$	Kalibrierfaktor	z.B. Bq·s
$k_N$	Faktor für die statistische Sicherheit bei der Nachweisgrenze	
$k_E$	Faktor für die statistische Sicherheit bei der Erkennungsgrenze	

Hinweis:

Zahlenwerte für diese statistischen Kenngrößen sind im Abschnitt 6.1.3 festgelegt.

$R_o$	Nulleffektzählrate	$s^{-1}$
$\bar{R}_o(E_\gamma)$	Mittlere Nulleffektzählrate pro Kanal oder eV bei der Energie $E_\gamma$	$s^{-1}$
$b$	Fußbreite einer Gamma-Linie (Peakfußbreite); $b=1,7 \cdot h$ mit $h$ = Halbwertsbreite einer Gamma-Linie	Anzahl der Kanäle oder eV
$\Sigma R_o(E_\alpha)$	Nulleffektzählrate im Bereich der betrachteten Alpha-Linie	$s^{-1}$
$t_o$	Meßdauer des Nulleffektes	s
$t_m$	Meßdauer der Probe oder des Meßmediums	s
$\tau$	Zeitkonstante	s

Die Berechnung von Nachweis- und Erkennungsgrenzen bei alphaspektrometrischen Messungen erfolgt unter der Annahme, daß die Summe der Kanalhalte unter einer Alpha-Linie als integrale digitale Messung mit einem Einkanalanalytator aufgefaßt wird.

Hinweis:

Die angegebenen Gleichungen stellen Näherungsgleichungen für den praktischen Gebrauch dar. Sie gelten für den Fall nicht zu kleiner Nulleffektimpulszahlen ( $>20$ ). Einzelheiten sind DIN 25 482 zu entnehmen.

## 2.21 Repräsentative Probe (für Ableitungen)

Eine repräsentative Probe ist eine solche Probe, deren Untersuchung die Ermittlung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe nach Art und Aktivität gestattet.

## 2.22 Rohrfaktor

Rohrfaktor ist das Verhältnis der Aktivitätskonzentration eines Nuklids oder einer Nuklidgruppe an der Eintrittsöffnung der Probeentnahmesonde zur Aktivitätskonzentration am Anschluß der Sammel- oder Meßeinrichtung zur Überwachung gasförmiger oder aerosolgebundener radioaktiver Stoffe im stationären Zustand.

## 2.23 Sammelprobe

Sammelprobe ist eine in einer vorgegebenen Zeitspanne durch kontinuierliche Entnahme erstellte Probe.

## 2.24 Störfall

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

## 2.25 Überwachung

Überwachung ist ein Sammelbegriff für alle Arten einer kontrollierten Erfassung von physikalischen Größen einschließlich eines Vergleichs mit vorgegebenen Werten.

Hinweis:

Die Überwachung erfolgt z.B. durch

- die kontinuierliche Messung oder
- die diskontinuierliche Auswertung von Proben (z.B. im Labor) oder
- die Verknüpfung von Meßwerten

jeweils in Verbindung mit dem Vergleich mit vorgegebenen Werten der physikalischen Größen (z.B. Genehmigungswerten, betrieblichen Werten).

## 3 Überwachung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb

### 3.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Im bestimmungsgemäßen Betrieb sind die abgeleiteten radioaktiven Stoffe nach Art und Aktivität nach den Anforderungen des Abschnitts 3 zu bestimmen. Im Hinblick auf die Meßverfahren ist zwischen folgenden Nukliden und Nuklidgruppen zu unterscheiden:

- radioaktive Edelgase,
- radioaktive Aerosole,
- radioaktives gasförmiges Jod,
- Tritium,
- radioaktives Strontium,
- Alphastrahler,
- Kohlenstoff 14

(2) Für die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe sollen die kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Probeentnahmen und Messungen im Teilstrom der Fortluft vorgenommen werden. Die Volumenströme aller Teilströme sind kontinuierlich zu überwachen.

(3) Der Volumenstrom der Fortluft ist kontinuierlich zu messen und zu registrieren; der Meßfehler des Volumenstromes ist anzugeben.

(4) Bei der kontinuierlichen Messung von radioaktiven Aerosolen und radioaktivem gasförmigen Jod ist eine Abweichung des Volumenstroms des Teilstroms von mehr als 20% seines Nenndurchflusses automatisch zu melden.

(5) Bei der Bilanzierung von radioaktiven Aerosolen, radioaktivem Jod, Tritium, radioaktivem Strontium, Kohlenstoff 14 und Alphastrahlern ist die Durchflußmenge zu messen und eine Abweichung des Volumenstroms des Teilstromes von mehr als 20% seines Nenndurchflusses automatisch zu melden.

## 3.2 Radioaktive Edelgase

### 3.2.1 Kontinuierliche Messung

(1) Die Ableitung radioaktiver Edelgase mit der Fortluft ist durch Beta-Messung kontinuierlich zu ermitteln und auf einen Grenzwert hin zu überwachen. Dazu ist mindestens eine kontinuierliche Messung und Registrierung der Aktivitätskonzentration in Verbindung mit der kontinuierlichen Messung und Registrierung des Volumenstroms der Fortluft erforderlich.

(2) Zur Vermeidung einer Meßwertverfälschung durch Aerosolkontamination ist den Meßstellen ein Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 vorzuschalten.

(3) Die Nachweisgrenze der Meßanordnung zur Messung der Aktivitätskonzentration darf bei einer Meßdauer von zehn Minuten den Wert von  $1 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> für Xenon 133 nicht überschreiten.

(4) Der Meßbereich der Meßanordnung zur Messung der Aktivitätskonzentration ergibt sich aus dieser Nachweisgrenze und dem Jahresgenehmigungswert. Der Meßbereich der Meßanordnung muß unter Berücksichtigung des Volumenstromes der Kaminfortluft die Ermittlung von Abgaberaten bis zum Zehntel des Jahresgenehmigungswertes gemittelt über 24 h ermöglichen.

(5) Sofern die Aktivitätsmeßstelle nicht redundant ausgelegt ist, muß während ihrer Ausfallzeit mit Hilfe einer anderen festinstallierten Instrumentierung bei bekanntem Fortluftvolumenstrom eine Abschätzung der Aktivitätsabgabe an radioaktiven Edelgasen erfolgen. Die Ausfallzeit darf eine Zeitspanne von 3 Tagen nicht überschreiten.

### 3.2.2 Bilanzierung

(1) Die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Edelgase sind zu bilanzieren. Dazu ist die mit der Beta-Messung ermittelte Gesamtabgaberate unter Berücksichtigung der Anteile der Einzelnuclide an der Nuklidzusammensetzung zugrunde zu legen.

(2) Die diskontinuierliche Bestimmung der Nuklidzusammensetzung muß durch vierteljährliche Entnahme einer repräsentativen Probe erfolgen. Die Proben sind unverzüglich auszumessen. Dabei sind die in **Tabelle 3-1** aufgeführten Nuclide zu berücksichtigen.

Nuklid			
Argon	41	Xenon	131 m
Krypton	85	Xenon	133
Krypton	85 m	Xenon	133 m
Krypton	87	Xenon	135
Krypton	88	Xenon	135 m
		Xenon	138

**Tabelle 3-1:** Bei der Bilanzierung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Edelgase zu berücksichtigende Nuclide

(3) Die Nachweisgrenze der Einzelnuclidbestimmung darf den Wert von  $1 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> für Xenon 133 nicht überschreiten. Dabei sind für in Tabelle 3-1 aufgelistete, nicht nachgewiesene Nuclide die bei der jeweiligen Messung mit der Meßanordnung erreichten Erkennungsgrenzen anzugeben.

(4) Bei der Bilanzierungsmessung muß die Meßzeit mindestens der Meßzeit entsprechen, die zum Erreichen der in Absatz 3 geforderten Nachweisgrenze erforderlich ist.

(5) Wird bei der Messung nach Absatz 2 Xenon 133 mit einer Aktivitätskonzentration oberhalb von  $1 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup>, jedoch kein Krypton 85, nachgewiesen, so ist nach frühestens zwei Tagen Abklingzeit eine zweite Messung der Probe zur Bestimmung der Krypton 85-Aktivitätskonzentration durchzuführen.

(6) Zusätzlich zur vierteljährlichen Probeentnahme sind unverzüglich weitere repräsentative Proben zu nehmen und auszuwerten, wenn der Grenzwert nach Abschnitt 3.2.1 Absatz 1 erreicht wird und länger als 30 Minuten ansteht. Solange dieser Grenzwert ansteht, ist mindestens alle 24 Stunden eine Probe zu entnehmen und unverzüglich die Nuklidzusammensetzung zu bestimmen.

(7) Bei einer diskontinuierlichen Probeentnahme ist die Nuklidzusammensetzung für den Zeitraum zwischen zwei Probeentnahmen als unverändert anzusehen.

(8) Alternativ zu den Absätzen 2 bis 7 darf die Erfassung der abgeleiteten radioaktiven Edelgase auch durch kontinuierliche nuklidspezifische Messung erfolgen. Zur Bilanzierung sind die gemessenen Tagesspektren heranzuziehen. Die Nachweisgrenze der Meßanordnung darf den Wert von  $1 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> für Xenon 133 bei der Auswertung der Tagesspektren nicht überschreiten.

(9) Weitere in der Kaminfortluft nachgewiesene Radionuclide sind im Berichtsbogen (siehe Bild 8-1) unter „Sonstige“ anzugeben.

## 3.3 Radioaktive Aerosole

### 3.3.1 Kontinuierliche Messung

(1) Die Ableitung radioaktiver Aerosole mit der Fortluft ist durch kontinuierliche Messung zu überwachen. Dazu sind die radioaktiven Aerosole kontinuierlich auf einem Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 aus einem Teilstrom anzureichern und während der Anreicherung zu messen.

(2) Die Meßanordnung muß so ausgelegt sein, daß bei zuvor unbeladenem Schwebstofffilter bei einer kurzzeitig anstehenden Aktivitätskonzentration mit einem Zeitintegral von 4 (Bq/m<sup>3</sup>) h für Caesium 137 innerhalb von höchstens einer Stunde die Anzeige der Meßgröße „Aktivität auf dem Filter“ die Erkennungsgrenze überschreitet.

(3) Die Aktivität auf dem Schwebstofffilter ist auf einen Wert hin zu überwachen, bei dessen Überschreitung das Filter zu wechseln ist. Bei diesem Wert muß eine Ableitung von  $5 \times 10^7$  Bq beim Nennvolumenstrom der Fortluft auch bei der entsprechenden Filterbeladung innerhalb einer Stunde mit hinreichender Genauigkeit ( $\pm 20\%$ ) erkannt werden.

(4) Sofern die Aktivitätsmeßstelle nicht redundant ausgelegt ist, muß während einer Ausfallzeit der Instrumentierung zur Überwachung der Ableitung an radioaktiven Aerosolen über eine andere festinstallierte Instrumentierung, z.B. zur Hallenluftüberwachung, bei bekanntem Fortluftvolumenstrom eine Abschätzung der Aktivitätsabgabe an radioaktiven Aerosolen erfolgen. Die Ausfallzeit darf eine Zeitspanne von 3 Tagen nicht überschreiten.

(5) Von der kontinuierlichen Messung darf abgesehen werden, wenn

a) die radioaktiven Aerosole durch Filterung der gesamten Fortluft durch Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184

zurückgehalten werden und die Funktionsfähigkeit der Rückhalteeinrichtung überwacht wird oder

- b) eine kontinuierliche Messung von radioaktivem gasförmigen Jod nach Abschnitt 3.4.1 durchgeführt wird.

### 3.3.2 Bilanzierung

- (1) Die mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Aerosole sind zu bilanzieren. Dazu sind radioaktive Aerosole durch kontinuierliche Abscheidung auf einem Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 zu sammeln.
- (2) Die Sammelzeit darf eine Woche nicht überschreiten; für die Zeit vom Beginn der Sammlung bis zum Beginn der Messung ist eine Zerfallskorrektur durchzuführen.
- (3) Schwebstofffilter sind innerhalb einer Woche nach Entnahme des Filters durch gammaspektrometrische Messung auszuwerten. Bei der Bilanzierung sind die in **Tabelle 3-2** aufgeführten Radionuklide zu berücksichtigen.

Nuklid			
Chrom	51	Silber	110 m
Mangan	54	Antimon	124
Kobalt	58	Antimon	125
Eisen	59	Jod	131
Kobalt	60	Caesium	134
Zink	65	Caesium	137
Zirkonium	95	Barium	140
Niob	95	Lanthan	140
Ruthenium	103	Cer	141
Ruthenium	106	Cer	144

**Tabelle 3-2:** Bei der Bilanzierung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Aerosole zu berücksichtigende Nuklide

- (4) Das Schwebstofffilter nach Absatz 1 ist unverzüglich auszumessen, wenn der Grenzwert nach Abschnitt 3.2.1 Absatz 1 erreicht wird und länger als 30 Minuten ansteht.
- (5) Die Nachweisgrenze der Meßanordnung zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration darf den Wert von  $2 \times 10^{-2} \text{ Bq/m}^3$  für Kobalt 60 nicht überschreiten. Dabei sind für die in Tabelle 3-2 aufgelisteten, nicht nachgewiesenen Nuklide die bei der jeweiligen Messung mit der Meßanordnung erreichten Erkennungsgrenzen anzugeben.
- (6) Bei der Bilanzierungsmessung muß die Meßzeit mindestens der Meßzeit entsprechen, die zum Erreichen der in Absatz 5 geforderten Nachweisgrenze notwendig ist.
- (7) Weitere nachgewiesene Radionuklide mit Halbwertszeiten von mehr als acht Tagen sind im Berichtsbogen (siehe Bild 8-1) unter „Sonstige“ anzugeben.

## 3.4 Radioaktives gasförmiges Jod

### 3.4.1 Kontinuierliche Messung

- (1) Die Ableitung von radioaktivem Jod mit der Fortluft ist durch kontinuierliche Messung zu überwachen. Dazu ist radioaktives Jod kontinuierlich auf einem Jodfilter aus einem

Teilstrom anzureichern und während der Anreicherung die abgeschiedene Aktivität von Jod 131 (Leitnuklid) zu messen.

- (2) Die Meßanordnung muß so ausgelegt sein, daß bei zuvor unbeladenem Filter bei einer kurzzeitig anstehenden Aktivitätskonzentration mit einem Zeitintegral von  $2 \text{ (Bq/m}^3) \text{ h}$  für Jod 131 innerhalb von höchstens einer Stunde die Anzeige der Meßgröße „Aktivität auf dem Filter“ die Erkennungsgrenze überschreitet.
- (3) Die Aktivität auf dem Jodfilter ist auf einen Wert hin zu überwachen, bei dessen Überschreitung das Filter zu wechseln ist. Bei diesem Wert muß eine Ableitung von  $1 \times 10^6 \text{ Bq}$  beim Nennvolumenstrom der Fortluft auch bei der entsprechenden Filterbeladung innerhalb einer Stunde mit hinreichender Genauigkeit ( $\pm 20\%$ ) erkannt werden.
- (4) Zur Vermeidung einer Störung der Messung durch Aerosol-Kontamination ist dem Jodfilter ein Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 vorzuschalten.
- (5) Abscheidegrad und Beladekapazität der Filter müssen sowohl für elementares als auch für organisch gebundenes Jod bekannt sein und bei der Auswahl der Filter berücksichtigt werden. Es sind Jodsorbentien mit einer geringen Edeltgasadsorption einzusetzen.  
  
Hinweis:  
Bei der Bestimmung von Abscheidegraden für organisch gebundenes Jod wird üblicherweise auf Methyljodid Bezug genommen.
- (6) Von der kontinuierlichen Messung nach Absatz 1 darf abgesehen werden, wenn das radioaktive Jod der gesamten Fortluft durch Jodfilter zurückgehalten wird und die Funktionsfähigkeit der Rückhalteeinrichtung überwacht wird.
- (7) Kann die kontinuierliche Messung der Ableitungen von Jod 131 aufgrund niedriger Genehmigungswerte mit einer Meßeinrichtung nach den Absätzen 1 bis 5 nicht durchgeführt werden, so ist ein anlagenspezifisches Überwachungsverfahren zulässig.

### 3.4.2 Bilanzierung

- (1) Das mit der Fortluft abgeleitete radioaktive Jod ist zu bilanzieren. Dazu ist radioaktives gasförmiges Jod durch kontinuierliche Abscheidung zu sammeln.
- (2) Abscheidegrad und Beladekapazität der Filter müssen sowohl für elementares als auch für organisch gebundenes Jod bekannt sein und bei der Auswahl der Filter berücksichtigt werden.
- (3) Zur Vermeidung einer Meßwertverfälschung durch Aerosol-Kontamination ist dem Jodfilter ein Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 vorzuschalten, das mit dem in Abschnitt 3.3.2 genannten Filter identisch sein darf.
- (4) Die Sammelzeit darf eine Woche nicht überschreiten; für die Zeit vom Beginn der Sammlung bis zum Beginn der Messung ist eine Zerfallskorrektur durchzuführen.
- (5) In dem Schwebstofffilter nach Absatz 3 und dem Jodfilter ist innerhalb eines Tages nach Entnahme der Probe durch eine gammaspektrometrische Messung die Aktivität von Jod 131 zu messen.
- (6) Schwebstofffilter und Jodfilter sind unverzüglich auszumessen, wenn der Grenzwert nach Abschnitt 3.2.1 Absatz 1 erreicht wird und länger als 30 Minuten ansteht.
- (7) Bei der Bilanzierung von radioaktivem Jod darf für die Meßeinrichtung die Nachweisgrenze für Jod 131 (Leitnuklid) den Wert von  $2 \times 10^{-2} \text{ Bq/m}^3$  nicht überschreiten.

(8) Bei der Bilanzierungsmessung muß die Meßzeit mindestens der Meßzeit entsprechen, die zum Erreichen der in Absatz 7 geforderten Nachweisgrenze notwendig ist.

(9) Vorzugsweise ist die Bilanzierung der Aktivitätsabgabe an radioaktivem Jod nach den Absätzen 1 bis 8 durchzuführen. Alternativ darf nach den Absätzen 10 bis 14 verfahren werden, vorausgesetzt, die Aktivitätskonzentration von Jod 131 im primären Kühlkreis ist kleiner als  $1 \times 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> und für Emissionen, z.B. aus Experimenten, die durch dieses Verfahren nicht erfaßt werden, wird der Nachweis der Geringfügigkeit erbracht.

(10) Für die Bestimmung der Jodaktivitätsabgabe sind wöchentlicher repräsentative Wasserproben aus dem primären Kühlkreis zu entnehmen.

(11) In den Wasserproben ist innerhalb einer Woche nach Entnahme der Probe durch eine gammaspektrometrische Messung die Aktivität von Jod 131 zu messen. Eine Zerfallskorrektur ist durchzuführen.

(12) Die Bilanzierung des mit der Kaminfortluft abgeleiteten radioaktiven Jods hat durch Multiplikation der ermittelten Aktivitätskonzentration von radioaktivem Jod im primären Kühlkreis und einem Zehntel (forschungsreaktorspezifisch) der während des Bilanzierungszeitraums verdunsteten Menge des primären Kühlwassers zu erfolgen. Eine Bilanzierung des mit der Kaminfortluft abgeleiteten radioaktiven Jods über einen experimentell bestimmten Koeffizienten des Übergangs von radioaktivem Jod vom primären Kühlkreis in die Kaminfortluft ist zulässig.

(13) Es sind unverzüglich repräsentative Wasserproben aus dem primären Kühlkreis zu entnehmen und auszuwerten, wenn der Grenzwert nach Abschnitt 3.2.1 Absatz 1 erreicht wird und länger als 30 Minuten ansteht.

(14) Die Nachweisgrenze der Meßeinrichtung für die Durchführung der Messung nach Absatz 11 darf bei Messung einer Deionatprobe den Wert von  $4 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> für Jod 131 (Leitnuklid) nicht überschreiten.

## 3.5 Tritium

### 3.5.1 Leichtwasserreaktoren

(1) Die Ableitung von Tritium mit der Fortluft in der chemischen Form Wasser ist zu überwachen. Dazu sind kontinuierlich Proben von Tritium zu sammeln.

(2) Die Auswertung auf Tritium ist vierteljährlich durchzuführen. Sie darf anhand von Einzelproben, die nach Absatz 1 gewonnen wurden, oder anhand einer repräsentativen Mischprobe durchgeführt werden.

(3) Mit dem Auswertungsverfahren muß eine Tritium-Aktivitätskonzentration von  $1 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> in der Fortluft nachgewiesen werden können.

(4) Sind wegen der Art der Probeentnahme die in der Fortluft herrschende Temperatur und Luftfeuchte zu berücksichtigen, so sind diese Größen monatlich zu bestimmen.

(5) Bei der Verwendung von Molekularsieben zur Sammlung von Tritium ist auf eine mögliche Meßwertverfälschung durch Restaktivität zu achten. Gebrauchte Molekularsieve sollten nicht erneut verwendet werden. Sofern eine erneute Verwendung beabsichtigt ist, ist das gebrauchte Molekularsieb vor dem Einsatz durch vierstündiges Spülen im Inertgasstrom bei einer Temperatur von 400 °C von Wasser zu befreien und zu aktivieren.

(6) Alternativ zu den Absätzen 1 bis 5 darf auch nach den Absätzen 7 bis 9 verfahren werden.

(7) Für die Bilanzierung der Aktivitätsabgabe von Tritium ist die Aktivitätskonzentration von Tritium im Beckenwasser einmal jährlich zu messen.

(8) Die Aktivitätsabgabe von Tritium ist durch Multiplikation der an der Probe bestimmten Aktivitätskonzentration von Tritium und der Menge des jährlich verdunsteten Beckenwassers zu ermitteln.

(9) Die Nachweisgrenze bei der Messung der Aktivitätskonzentration von Tritium im Beckenwasser darf den Wert von  $4 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

(10) Wird ein Leichtwasserreaktor mit einem zusätzlichen Schwerwassertank ausgestattet, dessen Tritiuminventar  $1 \times 10^{14}$  Bq übersteigen kann, so sind die Anforderungen des Abschnitts 3.5.2 zu erfüllen.

### 3.5.2 Schwerwasserreaktoren

(1) Die Ableitung von Tritium mit der Fortluft ist durch kontinuierliche Messung auf einen Grenzwert hin zu überwachen und zu bilanzieren.

(2) Der Meßbereich der Meßanordnung muß die Erfassung von Abgaberaten von  $5 \times 10^7$  Bq/h bis  $5 \times 10^{11}$  Bq/h, bezogen auf den Nennvolumenstrom der Fortluft, ermöglichen.

(3) Die Nachweisgrenze der Meßanordnung darf den Wert von  $2 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

(4) Zur Vermeidung einer Meßwertverfälschung durch Aerosolkontamination ist der Meßeinrichtung ein Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 vorzuschalten.

(5) Die Volumenströme von Meßluft und Zählgas sind bis auf eine zulässige Abweichung von  $\pm 15\%$  konstant zu halten und mit einem Durchflußwächter auf je einen oberen und unteren Grenzwert hin zu überwachen.

## 3.6 Radioaktives Strontium

(1) Für die Überwachung der Ableitung von radioaktivem Strontium mit der Fortluft ist Strontium kontinuierlich auf einem Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 aus einem Teilstrom der Fortluft anzureichern. Dieses Schwebstofffilter darf identisch mit dem Schwebstofffilter nach Abschnitt 3.3.2 sein.

(2) Die Auswertung auf Strontium 89 und Strontium 90 ist vierteljährlich an Mischproben durchzuführen, die aus den im betreffenden Zeitraum exponierten Schwebstofffiltern hergestellt werden dürfen. Für die Zeit vom Beginn der Sammlung bis zum Beginn der Messung ist eine Zerfallskorrektur für Strontium 89 durchzuführen.

(3) Die mit der Fortluft abgeleitete Aktivität von radioaktivem Strontium ist zu bilanzieren. Bei der Bilanzierung der abgeleiteten Aktivität von Strontium 89 und Strontium 90 darf die Nachweisgrenze den Wert von  $1 \times 10^{-3}$  Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

(4) Von der Bilanzierung nach den Absätzen 1 bis 3 darf abgesehen werden, wenn die Aktivitätskonzentration von Lanthan 140 (Leitnuklid) bei der Bilanzierung radioaktiver Aerosole nach Abschnitt 3.3.2 nicht größer ist als  $2 \times 10^{-2}$  Bq/m<sup>3</sup> und wenn für eine Ableitung von Strontium 89 und Strontium 90 aus der Durchführung von Experimenten der Nachweis der Geringfügigkeit erbracht wird.

### 3.7 Alphastrahler

(1) Für die Überwachung der Ableitung von alphastrahlenden radioaktiven Stoffen (Alphastrahler) mit der Fortluft sind Alphastrahler kontinuierlich auf einem Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 aus einem Teilstrom der Fortluft anzureichern. Dieses Schwebstofffilter darf identisch mit dem Schwebstofffilter nach Abschnitt 3.3.2 sein.

(2) Die nuklidspezifische Auswertung auf Alphastrahler ist vierteljährlich an Mischproben durchzuführen, die aus den im betreffenden Zeitraum exponierten Schwebstofffiltern hergestellt werden dürfen.

(3) Die mit der Fortluft abgeleiteten Alphastrahler sind zu bilanzieren. Bei der Bilanzierung von Alphastrahlern sind die in **Tabelle 3-3** aufgeführten Radionuklide zu berücksichtigen. Die Nachweisgrenze der Meßanordnung darf den Wert von  $5 \times 10^{-3} \text{ Bq/m}^3$  für Americium 241 nicht überschreiten. Dabei sind für die in Tabelle 3-3 aufgelisteten, nicht nachgewiesenen Nuklide die bei der jeweiligen Messung mit der Meßanordnung erreichten Erkennungsgrenzen anzugeben. Die Meßzeit bei der Bilanzierungsmessung muß mindestens der Meßzeit entsprechen, die zum Erreichen der geforderten Nachweisgrenze für Americium 241 erforderlich ist. Bei der Bilanzierung ist eine Zusammenfassung der Nuklidpaare Plutonium 238 und Americium 241 sowie Plutonium 239 und Plutonium 240 zulässig.

Nuklid			
Uran	234 <sup>1)</sup>	Americium	241
Plutonium	238	Curium	242
Plutonium	239	Curium	244
Plutonium	240		

<sup>1)</sup> Bei Forschungsreaktoren mit hochangereichertem Brennstoff an Stelle von Curium 242 und Curium 244

**Tabelle 3-3:** Bei der Bilanzierung der mit der Fortluft abgeleiteten Alphastrahler zu berücksichtigende Nuklide

(4) Weitere nachgewiesene Radionuklide sind im Berichtsbogen (siehe Bild 8-1) unter „Sonstige“ anzugeben.

(5) Von einer Bilanzierung nach den Absätzen 1 bis 3 darf abgesehen werden, wenn die Gesamtalpha-Aktivitätskonzentration im primären Kühlkreis nicht größer ist als  $1 \times 10^3 \text{ Bq/m}^3$  und für eine Ableitung von Alphastrahlern aus der Durchführung von Experimenten der Nachweis der geringfügigkeit erbracht wird. Die Bestimmung der Gesamtalpha-Aktivitätskonzentration hat vierteljährlich an repräsentativen Mischproben zu erfolgen.

### 3.8 Kohlenstoff 14

(1) Die Ableitung von Kohlenstoff 14 mit der Fortluft in der chemischen Form Kohlendioxid ist zu überwachen. Dazu sind kontinuierlich Proben von Kohlenstoff 14 zu sammeln. Die Auswertung auf Kohlenstoff 14 ist vierteljährlich an Misch- oder Sammelproben durchzuführen. Mit dem Auswertungsverfahren muß eine Kohlenstoff 14-Aktivitätskonzentration von  $5 \text{ Bq/m}^3$  in der Fortluft nachgewiesen werden können.

(2) Von einer Überwachung nach Absatz 1 darf abgesehen werden, wenn mit einem anderen Ermittlungsverfahren, z.B. ausgehend von der Berechnung der Bildungsrate von Kohlenstoff 14, die Aktivitätsabgabe von Kohlenstoff 14 bilanziert wird.

### 3.9 Probeentnahme

(1) Der Probeentnahmeort und das Probeentnahmeverfahren sind so zu wählen, daß die dort entnommenen Proben für die Emissionsüberwachung repräsentativ sind. Es ist anzustreben, daß im Bereich der Probeentnahme eine homogene Durchmischung der Fortluft vorliegt.

(2) Der Volumenstrom des aus der Fortluft entnommenen Teilstroms soll ein Tausendstel des Fortluftnennvolumenstroms nicht unterschreiten.

#### Hinweis:

Details zur Probeentnahme können DIN 25 423 entnommen werden.

(3) Zur kontinuierlichen Probeentnahme von Jod und Aerosolen ist die Probeentnahmeleitung aus einem Material herzustellen, das ein geringes Adsorptionsvermögen für Jod und Aerosole besitzt. Es sind kurze Leitungen zu verwenden. Horizontale Abschnitte und starke Krümmungen der Probeentnahmeleitung sind nach Möglichkeit zu vermeiden; falls Biegungen nicht zu vermeiden sind, sollten sie einen Radius größer als der 5fache Rohrdurchmesser aufweisen. Rohrübergänge sind innen so auszuführen, daß Störungen der Strömungscharakteristik vermieden werden, ebenso ist auf glatte innere Oberflächen zu achten. Wellrohre oder Komponenten mit gewellter Innenwandung dürfen nicht verwendet werden.

(4) Bei der Auswahl und der Lagerung des Adsorptionsmaterials der Filter müssen Alterungseffekte berücksichtigt werden. Der spezifizierter Temperaturbereich muß angegeben und eingehalten werden.

(5) Bei der Filterhalterung ist zu beachten, daß

- sie im Betrieb so gasdicht ist, daß der Leckluftvolumenstrom gegenüber dem Probeentnahmeteilvolumenstrom vernachlässigbar klein ist,
- eine Beschädigung des Filters im Bereich der Filterdichtung vermieden wird,
- eine Bypassströmung um das Filter vermieden wird,
- ein leicht und weitgehend kontaminationsfrei durchzuführender Filterwechsel gewährleistet ist,
- sie korrosionsfest und leicht dekontaminierbar ist.

(6) Erfolgt die Probeentnahme diskontinuierlich, so sind Zeitpunkt und Zeitdauer der Probeentnahme so zu wählen, daß die Proben für die zwischen zwei Probeentnahmen abgegebenen Mengen radioaktiver Stoffe repräsentativ sind.

(7) Das Probeentnahmesystem zur kontinuierlichen Sammlung von radioaktiven Aerosolen ist so auszugestalten, daß bei bestimmungsgemäßem Betrieb ein Spektrum von Partikeln mit aerodynamisch äquivalenten Durchmessern im Bereich von 0,1 bis 20  $\mu\text{m}$  erfaßt wird. Für das ausgeführte Probeentnahmesystem ist der Gesamtverlustfaktor nach einer der folgenden Methoden zu bestimmen:

- Der Gesamtverlustfaktor für an Aerosolpartikeln gebundene Aktivität wird mit Testaerosolpartikeln, deren Partikelgrößenverteilung einen Medianwert des aerodynamisch äquivalenten Durchmessers von ungefähr 1  $\mu\text{m}$  und eine geometrische Standardabweichung zwischen 2 und 3 aufweist, bestimmt. Diese Testaerosolpartikeln sind in den Fortluftkanal aufzugeben und der Gesamtverlustfaktor

aus der aufgegebenen Menge und der Menge auf dem Sammelmedium zu ermitteln. Alternativ dürfen zur Ermittlung des Gesamtverlustfaktors die Testaerosolpartikeln in eine der Probeentnahmesonden aufgegeben und der Rohrfaktor bestimmt werden. In diesem Fall sind die übrigen zur Bestimmung des Gesamtverlustfaktors erforderlichen Einflußgrößen durch gesonderte Messung oder Rechnung zu ermitteln.

- b) Der Gesamtverlustfaktor für an Aerosolpartikeln gebundene Aktivität wird durch Vergleich der aus Messungen unmittelbar im Fortluftkamin gewonnenen Aktivitätskonzentration mit den aus den Meßwerten der Sammel- und Meßeinrichtungen gewonnenen Aktivitätskonzentration ermittelt.

Der Gesamtverlustfaktor ist bei Inbetriebnahme des Probeentnahmesystems sowie nach Veränderungen am Probeentnahmesystem, die den Gesamtverlustfaktor wesentlich beeinflussen können, zu bestimmen.

(8) Der nach Absatz 7 ermittelte Gesamtverlustfaktor ist bei der Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Aerosole zu berücksichtigen.

(9) Das Probeentnahmesystem ist so auszulegen oder unterzubringen, daß keine Taupunktunterschreitungen auftreten können.

### 3.10 Nicht zentral erfaßte Emissionen

#### 3.10.1 Allgemeines

In Forschungsreaktoren können radioaktive Stoffe in Räumen oder Anlagenteilen produziert oder zu Stellen transportiert werden, die nicht an den zentralen Fortluftkamin angeschlossen sind. Die Ableitungswege dieser radioaktiven Stoffe („nicht zentral erfaßte Emissionen“) sind in geeigneter Art und Weise für die jeweiligen Einrichtungen oder Tätigkeiten zu dokumentieren.

#### 3.10.2 Überwachung

Die Ableitung radioaktiver Stoffe aus den Einrichtungen oder bei den Tätigkeiten nach Abschnitt 3.10.1 sind zu überwachen. Dazu sind monatlich repräsentative Proben an geeigneten Stellen und zu Zeiten, die für die untersuchte Betriebsperiode repräsentativ sind, zu entnehmen und nuklidspezifisch auszuwerten. Aus dieser Auswertung ist die Aktivitätsabgabe pro Kalenderjahr abzuschätzen und im Jahresbericht zu dokumentieren.

##### Hinweis:

Wesentliche Anforderungen des Abschnittes 3 sind in der **Tabelle 3-4** zusammengefaßt.

## 4 Überwachung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe bei Störfällen

### 4.1 Allgemeine Anforderungen

(1) Während und nach Störfällen sind die abgeleiteten radioaktiven Stoffe nach Art und Aktivität nach den Anforderungen dieses Abschnitts zu bestimmen. Im Hinblick auf die Meßverfahren und die radiologische Bedeutung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe ist zwischen folgenden Nukliden und Nuklidgruppen zu unterscheiden:

- radioaktive Edelgase,
- radioaktive Aerosole,
- radioaktives gasförmiges Jod,
- Tritium.

(2) Wird durch Störfallanalysen nachgewiesen, daß für alle oder einzelne der in Absatz 1 genannten Nuklidgruppen die störfallbedingten Aktivitätsabgaben

- nicht zu einer Überschreitung der Jahresgenehmigungswerte führen können und
- von den Meßeinrichtungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb entsprechend den Anforderungen an die Meßeinrichtung zur Überwachung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe bei Störfällen erfaßt werden,

so dürfen für die betreffenden Nuklidgruppen zusätzliche Meßeinrichtungen entfallen.

(3) Für die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe sollen die kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Probeentnahmen und Messungen in einem Teilstrom der Fortluft vorgenommen werden.

(4) Der Volumenstrom der Fortluft ist kontinuierlich zu messen und zu registrieren.

(5) Die Volumenströme der Teilströme der Fortluft sind zu überwachen; das Absinken der Volumenströme der Teilströme unter einen Grenzwert ist auf der Warte im Bereich der Emissionsüberwachung zu melden.

(6) Im Brandfall muß bei einer Entqualmung über den Fortluftkamin bei gleichzeitiger Unverfügbarkeit von Meßeinrichtungen zur Überwachung von mit der Kaminfortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffen, z.B. durch ein Verstopfen der Vorfilter oder Filter, während dieser Zeit eine Abschätzung der Aktivitätsabgabe mittels einer Messung mit einer anderen Instrumentierung erfolgen.

(7) Für die Auswertung der Gasproben, der Schwebstoff- und Jodfilterproben sind im Labor geeignete Verfahren und Meßeinrichtungen vorzusehen, die die maximal zu erwartende Aktivität der Proben berücksichtigen.

### 4.2 Radioaktive Edelgase

#### 4.2.1 Kontinuierliche Messung

(1) Die Aktivitätsabgaberate der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Edelgase ist kontinuierlich durch die Messung der Aktivitätskonzentration und des Volumenstromes der Fortluft zu ermitteln.

(2) Die Aktivitätskonzentration der radioaktiven Edelgase ist über eine Gesamt-Beta-Messung zu erfassen.

(3) Bei der Messung der Aktivitätskonzentration ist ein Filter mit einem Mindestrückhaltegrad von 90% für elementares Jod und ein Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 zur Verringerung der Kontamination der Meßkammer vorzuschalten.

(4) Die Nachweisgrenze der Meßanordnung zur Messung der Aktivitätskonzentration darf ein Tausendstel des Jahresgenehmigungswertes, gemittelt über 24 Stunden, nicht überschreiten.

(5) Für die Festlegung des Meßbereichsendwertes sind Störfallanalysen durchzuführen. Die sich dabei ergebende maximale Aktivitätskonzentration radioaktiver Edelgase in der Fortluft, multipliziert mit einem Sicherheitsfaktor von 10, soll noch im Meßbereich der Meßanordnung liegen.

(6) Als Meßeinrichtung nach Absatz 2 darf auch eine Aktivitätsmeßstelle für den bestimmungsgemäßen Betrieb nach Abschnitt 3.2.2 benutzt werden, sofern diese redundant vorhanden ist und auch die Anforderungen des Abschnitts 4 erfüllt.

#### 4.2.2 Bilanzierung

(1) Die Bestimmung der Nuklidzusammensetzung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Edelgase hat durch gammaspektrometrische Messung zu erfolgen.

(2) Bei diskontinuierlicher Bestimmung der Nuklidzusammensetzung der radioaktiven Edelgase muß die Entnahme einer repräsentativen Probe grundsätzlich ab Störfalleintritt möglichst stündlich erfolgen, solange mit störfallbedingten Freisetzungen oberhalb eines Genehmigungswertes für den bestimmungsgemäßen Betrieb zu rechnen ist; diese Proben sind unverzüglich auszumessen. Es ist zulässig, die Probeentnahme und die nuklidspezifische Messung nach längeren Zeitabschnitten als eine Stunde durchzuführen, wenn der Meßwert der Edelgasmeßstelle nach Abschnitt 4.2.1 erkennen läßt, daß keine wesentlichen Änderungen eingetreten sind.

(3) Für die Ermittlung der Aktivitätsabgabe der einzelnen abgeleiteten radioaktiven Edelgasnuklide ist bei der diskontinuierlichen Bestimmung der Nuklidzusammensetzung die mit der Meßeinrichtung nach Abschnitt 4.2.1 Absatz 2 ermittelte Aktivitätskonzentration zugrunde zu legen.

(4) Die Bestimmung der Nuklidzusammensetzung radioaktiver Edelgase darf auch kontinuierlich nuklidspezifisch erfolgen.

#### 4.3 Radioaktive Aerosole

(1) Solange mit störfallbedingter Ableitung von radioaktiven Aerosolen oberhalb eines Genehmigungswertes für den bestimmungsgemäßen Betrieb zu rechnen ist, hat möglichst stündlich eine Bestimmung der Aktivität der einzelnen Nuklide der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Aerosole durch gammaspektrometrische Messung zu erfolgen.

(2) Zur Bestimmung der Nuklidzusammensetzung der radioaktiven Aerosole sind diese kontinuierlich auf einem Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 abzuscheiden. Diese Sammelstelle darf mit der nach Abschnitt 3.3.3 geforderten Sammelstelle für die Bilanzierung radioaktiver Aerosole im bestimmungsgemäßen Betrieb identisch sein, sofern diese auch die Anforderungen des Abschnitts 4 erfüllt.

(3) Bei der Sammlung von radioaktiven Aerosolen ist die Durchflußmenge zu messen und eine Abweichung des Volumenstroms des Teilstromes von mehr als 20% seines Nenndurchflusses automatisch zu melden.

(4) Die Auswertung des Schwebstofffilters nach Absatz 2 soll möglichst umgehend erfolgen; die Analysen zur Bestimmung der mit der Fortluft abgeleiteten Alphastrahler und der Strontium-Isotope darf anhand von Sammelproben nach dem Ende des Störfalls erfolgen.

#### 4.4 Radioaktives gasförmiges Jod

(1) Solange mit störfallbedingter Ableitung von radioaktivem Jod oberhalb eines Genehmigungswertes für den be-

stimmungsgemäßen Betrieb zu rechnen ist, hat möglichst stündlich eine Bestimmung der Aktivitäten der einzelnen Nuklide des mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Jods durch gammaspektrometrische Messung zu erfolgen.

(2) Zur Bestimmung der Nuklidzusammensetzung des radioaktiven Jods ist dieses kontinuierlich mit einem Jodfilter zu sammeln. Diese Sammelstelle darf mit der in Abschnitt 3.4.3 beschriebenen Sammelstelle für die Bilanzierung von radioaktivem gasförmigen Jod im bestimmungsgemäßen Betrieb identisch sein, sofern diese auch die Anforderungen des Abschnitts 4 erfüllt.

(3) Zur Vermeidung einer Meßwertverfälschung durch Aerosolkontamination ist dem Jodfilter ein Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 vorzuschalten, das mit dem in Abschnitt 4.3 Absatz 2 genannten Schwebstofffilter identisch sein darf.

(4) Bei der Sammlung von radioaktivem Jod ist die Durchflußmenge zu messen und eine Abweichung des Teilstromes von mehr als 20% vom Nenndurchfluß automatisch zu melden.

#### 4.5 Tritium

(1) Eine Tritiumüberwachung ist bei Schwerwasserreaktoren und bei Leichtwasserreaktoren, die mit zusätzlichen Schwerwassertanks ausgestattet sind, deren Tritiuminventar  $1 \times 10^{14}$  Bq übersteigen kann, durchzuführen.

(2) Die Aktivitätsabgaberrate von Tritium mit der Fortluft ist durch kontinuierliche Messung zu überwachen.

(3) Zur Vermeidung einer Meßwertverfälschung durch Aerosolkontamination ist der Meßeinrichtung ein Schwebstofffilter der Klasse S nach DIN 24 184 vorzuschalten.

(4) Die Volumenströme von Meßluft und Zählgas sind bis auf eine Abweichung von  $\pm 15\%$  konstant zu halten und mit einem Durchflußwächter auf je einen oberen und unteren Grenzwert hin zu überwachen.

(5) Die Nachweisgrenze der Meßanordnung zur Überwachung der Abgaberrate darf ein Tausendstel des Jahresgenehmigungswertes, gemittelt über 24 Stunden, nicht überschreiten.

(6) Für die Festlegung des Meßbereichsendwertes sind Störfallanalysen durchzuführen. Die sich dabei ergebende maximale Aktivitätsabgaberrate für Tritium, multipliziert mit einem Sicherheitsfaktor von 10, soll noch überwacht werden können.

(7) Die Meßanordnung für den bestimmungsgemäßen Betrieb nach Abschnitt 3.5.2 darf zur Tritiumüberwachung bei Störfällen benutzt werden, sofern diese auch die Anforderungen des Abschnitts 4 erfüllt.

Meßaufgabe	Meß- oder Probenentnahmesystem	Meßbereich (Bq/h)	Nachweisgrenze	Bezugsnuclid	Bemerkungen
<b>Edelgase</b>					
Kontinuierliche Messung	$\beta$ -Detektor	1)	$1 \cdot 10^4$ Bq/m <sup>3</sup>	Xe 133	Grenzwert orientiert sich an den genehmigten Abgaben. Wird Xe 133, jedoch kein Kr 85, nachgewiesen, so hat nach frühestens zwei Tagen eine zweite Messung von Kr 85 zu erfolgen.
Bilanzierung	$\gamma$ -Detektor		$1 \cdot 10^3$ Bq/m <sup>3</sup>	Xe 133	
<b>Aerosole</b>					
Kontinuierliche Messung	$\beta$ - oder $\gamma$ -Detektor		4 (Bq/m <sup>3</sup> ) h	Cs 137	Von der kontinuierlichen Messung darf abgesehen werden, wenn eine kontinuierliche Messung von radioaktivem Jod durchgeführt wird oder wenn die radioaktiven Aerosole durch Filterung der gesamten Fortluft zurückgehalten werden und die Funktionsfähigkeit der Rückhalteinrichtungen überwacht wird.
Bilanzierung	Filtersammler		$2 \cdot 10^{-2}$ Bq/m <sup>3</sup>	Co 60	
<b>Jod</b>					
Kontinuierliche Messung	$\gamma$ -Detektor		2 (Bq/m <sup>3</sup> ) h	I 131	Von der kontinuierlichen Messung darf abgesehen werden, wenn das radioaktive gasförmige Jod durch Filterung der gesamten Fortluft zurückgehalten wird und die Funktionsfähigkeit der Rückhalteinrichtungen überwacht wird.
Bilanzierung	Filtersammler		$2 \cdot 10^{-2}$ Bq/m <sup>3</sup>	I 131	
	Wasserprobe		$4 \cdot 10^3$ Bq/m <sup>3</sup>	I 131	Bilanzierung aus Verdunstung, falls I 131 Aktivitätskonz. in der Wasserprobe kleiner $1 \times 10^5$ Bq/m <sup>3</sup>
<b>Tritium</b>					
<b>Leichtwasser-FR</b>					
Bilanzierung	Sammler		$1 \cdot 10^3$ Bq/m <sup>3</sup>	H 3	Alternativmessung im primären Kühlkreis
	Wasserprobe		$4 \cdot 10^4$ Bq/m <sup>3</sup>	H 3	
<b>Schwerwasser-FR</b>					
Kontinuierliche Messung	Tritium-Meßplatz	$5 \cdot 10^7$ bis $5 \cdot 10^{11}$	$2 \cdot 10^3$ Bq/m <sup>3</sup>	H 3	
Bilanzierung					Verwendung der Meßwerte der kontinuierlichen Messung
<b>Strontium</b>					
Bilanzierung	Filtersammler		$1 \cdot 10^{-3}$ Bq/m <sup>3</sup>		Von der Bilanzierung darf abgesehen werden, wenn die Aktivitätskonzentration von La 140 (Leitnuclid) bei der Bilanzierung radioaktiver Aerosole nicht größer ist als $2 \times 10^{-2}$ Bq/m <sup>3</sup> und wenn für eine Ableitung aus Experimenten der Nachweis der Geringfügigkeit erbracht wurde.
<b>Alphastrahler</b>					
Bilanzierung	Filtersammler		$5 \cdot 10^{-3}$ Bq/m <sup>3</sup>	Am 241	wie KTA 1503.1
	Wasserprobe		$1 \cdot 10^3$ Bq/m <sup>3</sup>	Am 241	Von der Bilanzierung darf abgesehen werden, wenn die Gesamtalpha-Aktivitätskonzentration im primären Kühlkreis nicht größer ist als $1 \times 10^3$ Bq/m <sup>3</sup> und wenn für eine Ableitung aus Experimenten der Nachweis der Geringfügigkeit erbracht wurde.
<b>Kohlenstoff-14</b>					
Bilanzierung	Sammler		5 Bq/m <sup>3</sup>		Sammlung von Kohlendioxid. Andere Ermittlungsverfahren zulässig.

1) obere Grenze des Meßbereichs mindestens ein Zehntel des Jahresgenehmigungswertes, gemittelt über 24 h.

**Tabelle 3-4:** Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im bestimmungsgemäßen Betrieb

## 4.6 Probeentnahme

### 4.6.1 Strahlenschutz und Probeentnahmeorte

(1) Die Probeentnahme, der Transport der Probe und die Durchführung der nuklidspezifischen Messung sind so zu gestalten, daß die dadurch bedingte Strahlenexposition pro Person und Probeentnahme für die effektive Dosis den Planungsrichtwert von 1 mSv nicht überschreitet.

(2) Probeentnahmeorte, die begangen werden müssen, sind so zu wählen oder abzuschirmen, daß die jeweilige Ortsdosisleistung an diesen Orten bei den sich aus den Störfallanalysen ergebenden maximalen Werten für die Ortsdosisleistung den Planungsrichtwert von 10 mSv/h nicht überschreitet.

(3) Die Probeentnahmeorte sind so zu wählen, daß im Störfall eine Probeentnahme möglich ist. Dazu ist eine längere Probeentnahmeleitung zulässig als für Meßeinrichtungen zur Überwachung der mit der Fortluft abgeleiteten radioaktiven Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb.

(4) Innerhalb des gegen Einwirkungen von außen gesicherten Bereichs sind Anschlußmöglichkeiten an Lüftungskanäle, die aus diesem Bereich herausführen, zur Entnahme von Proben vorzusehen.

### 4.6.2 Probeentnahmeeinrichtungen und -verfahren

(1) Der Probeentnahmeort und das Probeentnahmeverfahren sollen so gewählt werden, daß die dort entnommenen Proben für die Emission im Störfall repräsentativ sind. Es ist anzustreben, daß im Bereich der Probeentnahme eine homogene Durchmischung der Fortluft vorliegt.

(2) Die Probeentnahmeleitung für Aerosole und Jod ist aus einem Material herzustellen, das für diese ein geringes Rückhaltevermögen besitzt. Horizontale Abschnitte und starke Krümmungen der Probeentnahmeleitung sind nach Möglichkeit zu vermeiden; falls Biegungen nicht zu vermeiden sind, sollten sie einen Radius größer als der 5fache Rohrdurchmesser aufweisen. Rohrübergänge sind innen so auszuführen, daß Störungen der Strömungscharakteristik vermieden werden, ebenso ist auf glatte innere Oberflächen zu achten. Wellrohre oder Komponenten mit gewellter Innenwandung dürfen nicht verwendet werden.

(3) Bei der Auswahl des Adsorptionsmaterials der Filter müssen Alterungseffekte berücksichtigt werden. Der spezifizierte Temperaturbereich muß eingehalten werden.

(4) Abscheidegrad und Beladekapazität der Filter müssen sowohl für elementares als auch für organisch gebundenes Jod bei der Auswahl des Adsorptionsmaterials berücksichtigt werden. Es sind Jod-Sorbentien mit einer geringen Edelgasadsorption einzusetzen.

(5) Die Komponenten von Schwebstoff- und Jodfiltern und deren Anordnung sind so auszulegen, daß

- im Betrieb Gasdichtheit sichergestellt ist und der Leckluftvolumenstrom gegenüber dem Probeentnahmeteilvolumenstrom vernachlässigbar klein ist,
- eine Beschädigung des Filters im Bereich der Filterdichtung und eine Bypassströmung um das Filter vermieden werden,
- ein leicht durchzuführender Austausch der Filter sichergestellt ist,
- alle mechanischen Teile korrosionsfest sind,
- die Anordnung gespült werden kann, z.B. zur Entfernung von Edelgasen.

(6) Das Probeentnahmesystem ist so auszulegen oder unterzubringen, daß keine Taupunktunterschreitungen auftreten können.

(7) Bei einer diskontinuierlichen Probeentnahme ist die Nuklidzusammensetzung für den Zeitraum zwischen den Probeentnahmen als unverändert anzusehen.

## 5 Überwachung der mit Wasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe

### 5.1 Radioaktiv kontaminiertes Abwasser

#### 5.1.1 Allgemeines

(1) Radioaktive Abwässer, die im Rahmen des Reaktorbetriebs anfallen, sind vor ihrer Ableitung in einem Übergabebehälter zu sammeln.

(2) Sofern die atomrechtliche Betriebsgenehmigung für den Reaktor den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen einschließt, z.B. in radiochemischen Laboratorien, unterliegt die Kontrolle dieser radioaktiven Abwässer dem Reaktorbetreiber. Es ist dann nach Absatz 1 zu verfahren.

#### 5.1.2 Probeentnahme

Vor der Ableitung ist eine für den gesamten Inhalt des Übergabebehälters repräsentative Probe zu entnehmen. Dazu ist der gesamte Behälterinhalt vor der Probeentnahme zu homogenisieren, z.B. durch Umpumpen, Umwälzen oder Rühren mit einem Rührwerk. Die Durchmischungszeit sollte der Behältergröße angepaßt sein und mindestens 30 Minuten betragen. Vor der Probeentnahme ist die Probeentnahmeleitung mit dem homogenisierten Wasser zu spülen. Von der Probe ist ein Liter für die Entscheidungsmessung zu verwenden und als Belegprobe für die Dauer eines Jahres aufzubewahren (Einliterprobe). Aus anderen Teilen der Probe dürfen proportional zur Menge der Ableitung Mischproben für die Bilanzierung hergestellt werden. Vom Zeitpunkt der Probeentnahme an bis zum Ende des Ableitungsvorgangs darf dem Übergabebehälter kein Wasser zufließen.

#### 5.1.3 Entscheidungsmessung

(1) Zur Entscheidung über die Ableitung aus dem Übergabebehälter ist eine integrale Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV vorzunehmen. Sofern davon auszugehen ist, daß durch den Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen nach Abschnitt 5.1.1 Absatz 2 reine Betastrahler oder Alphastrahler im Abwasser vorhanden sind, ist zusätzlich eine integrale Messung der Beta-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV oder eine integrale Messung der Alpha-Strahlung im Energiebereich oberhalb 4 MeV durchzuführen. Diese Messungen sind als Doppelbestimmungen durchzuführen. Integrale Zählraten sind für Gammastrahler als Caesium 137-Äquivalent, für Betastrahler als Strontium 90/Yttrium 90-Äquivalent und für Alphastrahler als Americium 241-Äquivalent anzugeben.

(2) Bei Schwerwasserreaktoren und bei Leichtwasserreaktoren, die mit zusätzlichen Schwerwassertanks ausgestattet sind, deren Tritiuminventar  $1 \times 10^{14}$  Bq übersteigen kann, ist zusätzlich eine Doppelbestimmung der Tritiumaktivitätskonzentration durchzuführen.

(3) Integrale Messungen nach Absatz 1 sind so durchzuführen, daß bei der integralen Messung der Gamma-Strahlung ein Bereich der Aktivitätskonzentration von  $1 \times 10^4$  bis  $1 \times 10^7$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent), bei der integralen Messung

der Beta-Strahlung ein Bereich der Aktivitätskonzentration von  $1 \times 10^3$  bis  $1 \times 10^6$  Bq/m<sup>3</sup> (Strontium 90/Yttrium 90-Äquivalent) und bei der integralen Messung der Alpha-Strahlung ein Bereich der Aktivitätskonzentration von  $1 \times 10^3$  bis  $1 \times 10^6$  Bq/m<sup>3</sup> (Americium 241-Äquivalent) erfaßt wird. Die Messung der Tritiumaktivitätskonzentration nach Absatz 2 muß einen Bereich von  $4 \times 10^4$  bis  $4 \times 10^9$  Bq/m<sup>3</sup> erfassen.

#### Hinweis:

Analog zum Begriff des Caesium 137-Äquivalents gemäß Abschnitt 2.6 sind die Begriffe des Strontium 90/Yttrium 90-Äquivalents und des Americium 241-Äquivalents zu verstehen.

### 5.1.4 Ableitung

(1) Das Wasser aus dem Übergabebehälter darf nur dann abgepumpt werden, wenn die Aktivitätskonzentration des Wassers nicht größer ist als  $5 \times 10^6$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) und die behördlich genehmigten oder von der Behörde festgelegten Abgabewerte nicht überschritten werden und wenn die schriftliche Freigabe durch einen Strahlenschutzbeauftragten oder eine von ihm autorisierte Person vorliegt.

(2) Während der Ableitung ist die Aktivitätskonzentration des Abwassers kontinuierlich mit einer Meßeinrichtung zur integralen Messung der Gamma-Strahlung zu überwachen. Sowohl die Überschreitung einer Aktivitätskonzentration von  $5 \times 10^6$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) als auch der Ausfall der Meßeinrichtung sind auf der Warte anzuzeigen und zu registrieren. Die Ableitung ist in diesen Fällen zu unterbrechen.

(3) Der Meßbereich der Meßeinrichtung zur integralen Messung der Gamma-Strahlung nach Absatz 2 muß mindestens von  $1 \times 10^5$  bis  $1 \times 10^7$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) reichen.

(4) Die Nachweisgrenze der Meßeinrichtung zur integralen Messung der Gamma-Strahlung nach Absatz 2 darf bei einer Meßdauer von einer Stunde nicht größer sein als die untere Grenze des in Absatz 3 angegebenen Mindestmeßbereiches.

### 5.1.5 Bilanzierung

#### 5.1.5.1 Gammastrahler

(1) Für die Bilanzierung ist, sofern nicht nach Absatz 2 vorgefahren wird, ein Teil der vor der Ableitung entnommenen Probe innerhalb der auf die Ableitung folgenden Woche gammaspektrometrisch zu untersuchen. Dabei sind mindestens die in **Tabelle 5-1** aufgeführten Nuklide zu berücksichtigen. Die Nachweisgrenze der Meßanordnung zur Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen darf bei Messung einer Deionatprobe den Wert von  $1 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> für Kobalt 60 nicht überschreiten. Die Meßzeit bei der Bilanzierungsmessung muß mindestens der Meßzeit entsprechen, die zum Erreichen der geforderten Nachweisgrenze für Kobalt 60 erforderlich ist. Im Rahmen der gammaspektrometrischen Untersuchungen ist zu überprüfen, ob anlagenspezifisch im Abwasser weitere Radionuklide auftreten, die nicht in Tabelle 5.1 aufgeführt sind. Werden solche nachgewiesen, so sind auch diese in die Bilanzierung aufzunehmen.

(2) Falls zur Bilanzierung eine nach Abschnitt 5.1.2 hergestellte Mischprobe verwendet wird, so sind bei der Wahl des Sammel- und Auswertzeitraums die geforderten Nachweisgrenzen, die Halbwertszeiten der zu erwartenden Nuklide und die Genehmigungswerte für die Ableitungen zu berücksichtigen.

Nuklid			
Chrom	51	Silber	110m
Mangan	54	Antimon	124
Kobalt	58	Antimon	125
Eisen	59	Jod	131
Kobalt	60	Caesium	134
Zink	65	Caesium	137
Zirkon	95	Barium	140
Niob	95	Lanthan	140
Ruthenium	103	Cer	141
Ruthenium	106	Cer	144

**Tabelle 5-1:** Bei der Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser zu berücksichtigende Nuklide: Gammastrahler

#### 5.1.5.2 Radioaktives Strontium

Es sind mengenproportionale Vierteljahresmischproben herzustellen und innerhalb des auf die Fertigstellung folgenden Monats auf ihren Gehalt an Strontium 89 und Strontium 90 zu untersuchen. Die Nachweisgrenze des Verfahrens zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration darf den Wert von  $5 \times 10^2$  Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

#### 5.1.5.3 Alphastrahler

(1) Es sind mengenproportionale Jahresmischproben herzustellen und innerhalb des auf die Fertigstellung folgenden Quartals auf ihren Gehalt an Alphastrahlern (Gesamtaktivität) zu untersuchen. Die Nachweisgrenze des Verfahrens zur Bestimmung der Gesamtalpha-Aktivitätskonzentration darf den Wert von  $2 \times 10^2$  Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreiten. Wird bei der Untersuchung einer Probe ein Wert der Gesamtalpha-Aktivitätskonzentration ermittelt, der größer als  $1 \times 10^3$  Bq/m<sup>3</sup> ist, muß diese Probe auf ihren Gehalt an einzelnen Alphastrahlern untersucht werden. Dabei sind die in **Tabelle 5-2** aufgeführten Nuklide zu berücksichtigen. Die Nachweisgrenze des Verfahrens zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration darf den Wert von 50 Bq/m<sup>3</sup> für Americium 241 nicht überschreiten. Bei der Bilanzierung ist eine Zusammenfassung des Nuklidpaares Plutonium 239 und Plutonium 240 zulässig.

(2) Weitere im Abwasser nachgewiesene Radionuklide sind im Berichtsbogen (siehe Bild 8-2) unter „Sonstige“ anzugeben.

Nuklid			
Uran	234 <sup>1)</sup>	Americium	241
Plutonium	238	Curium	242
Plutonium	239	Curium	244
Plutonium	240		

<sup>1)</sup> Bei Forschungsreaktoren mit hochangereichertem Brennstoff an Stelle von Curium 242 und Curium 244

**Tabelle 5-2:** Bei der Bilanzierung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser zu berücksichtigende Nuklide: Alphastrahler

#### 5.1.5.4 Tritium

- (1) Es sind mengenproportionale Jahresmischproben herzustellen und innerhalb des auf die Fertigstellung folgenden Quartals auf ihren Gehalt an Tritium zu untersuchen.
- (2) Bei Schwerwasserreaktoren und bei Leichtwasserreaktoren, die mit zusätzlichen Schwerwassertanks ausgestattet sind, deren Tritiuminventar  $1 \times 10^{14}$  Bq übersteigen kann, sind mengenproportionale Monatsmischproben herzustellen und innerhalb der auf die Fertigstellung folgenden Woche auf ihren Gehalt an Tritium zu untersuchen.
- (3) Die Nachweisgrenze des Verfahrens zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration darf den Wert von  $4 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

#### 5.1.5.5 Sonstige Radionuklide

Wenn nicht auszuschließen ist, daß aufgrund einer atomrechtlichen Betriebsgenehmigung nach Abschnitt 5.1.1 Absatz 2 Radionuklide in einen Übergabehälter gelangen können, die nicht mit den in den vorhergehenden Abschnitten für die Bilanzierung vorgeschriebenen Meßverfahren erfaßt werden, so sind für diese Radionuklide spezifische Bilanzierungsmethoden im Betriebshandbuch festzulegen.

#### 5.1.5.6 Berücksichtigung des Sammelzeitraums

Für die Zeit vom Beginn der Abgabe bis zum Beginn der Messung ist eine Zerfallskorrektur durchzuführen.

### 5.2 Kühlwasser

#### 5.2.1 Offene sekundäre Kühlsysteme

- (1) Grundsätzlich sind offene sekundäre Kühlsysteme mittels kontinuierlich integral messender Gamma-Meßeinrichtungen im sekundären Kühlkreis oder im Abflutwasser zu überwachen. Es ist zulässig, auf eine Einrichtung zur kontinuierlichen Überwachung des sekundären Kühlsystems zu verzichten, wenn bei allen Betriebszuständen des Reaktors sichergestellt ist, daß der Druck im sekundären Kühlsystem ständig höher ist als im primären Kühlkreis oder wenn nur bei Stillstand des Reaktors diese Bedingung nicht eingehalten wird und in der Betriebsanweisung festgelegt ist, daß bei Reaktorstillstand der primäre Kühlkreis oder das sekundäre Kühlsystem abzuschleiben ist.
- (2) Wenn keine kontinuierliche Überwachungseinrichtung nach Absatz 1 im sekundären Kühlsystem vorhanden ist, muß nach Zeiten, in denen das eindeutig gerichtete Druckgefälle zwischen primärem Kühlkreis und sekundärem Kühlsystem nicht bestand, vor Wiederinbetriebnahme des sekundären Kühlsystems eine repräsentative Probe im sekundären Kühlsystem in der Nähe der Wärmetauscher entnommen und deren Gamma-Zählrate durch Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV als Caesium 137-Äquivalent bestimmt werden.
- (3) Der Meßbereich einer kontinuierlichen Meßeinrichtung nach Absatz 1 muß mindestens von  $4 \times 10^4$  bis  $1 \times 10^7$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) reichen.
- (4) Die Nachweisgrenze einer kontinuierlichen Meßeinrichtung nach Absatz 1 darf bei einer Meßdauer von 10 Minuten nicht größer sein als die untere Grenze des in Absatz 3 angegebenen Mindestmeßbereiches.
- (5) Die Überwachungseinrichtung nach Absatz 1 ist auf einen Grenzwert von  $4 \times 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> einzustellen. Eine Über-

schreitung dieses Grenzwertes ist automatisch zu melden und zu registrieren.

- (6) Vor der Entleerung des Kühlsystems oder einem diskontinuierlichen Abflutvorgang ist aus dem sekundären Kühlsystem eine repräsentative Probe zu entnehmen und nach Absatz 7 auszuwerten.
  - (7) Monatlich ist eine Probe aus dem sekundären Kühlsystem oder dem Abflutwasser zu entnehmen und innerhalb einer Woche deren Gamma-Zählrate durch Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV als Caesium 137-Äquivalent zu bestimmen.
  - (8) Falls die Bedingungen von Absatz 1 Satz 2 nicht zutreffen, ist bei Ausfall der kontinuierlichen Meßeinrichtung nach Absatz 1 täglich eine Probe aus dem sekundären Kühlsystem oder dem Abflutwasser zu entnehmen und innerhalb von 24 Stunden deren Gamma-Zählrate durch Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV als Caesium 137-Äquivalent zu bestimmen.
  - (9) Der Meßbereich der integralen Gamma-Meßeinrichtung zur Auswertung der nach den Absätzen 2, 6, 7 und 8 entnommenen Proben muß mindestens von  $4 \times 10^3$  bis  $1 \times 10^7$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) reichen.
  - (10) Wird bei der Auswertung einer nach Absatz 2 entnommenen Probe eine Aktivitätskonzentration von mehr als  $1 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) nachgewiesen, so darf das sekundäre Kühlsystem nicht wieder in Betrieb genommen werden.
  - (11) Sowohl bei Überschreitung einer Aktivitätskonzentration von  $4 \times 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) an der kontinuierlichen Gamma-Meßeinrichtung nach Absatz 1 als auch bei Nachweis einer Aktivitätskonzentration von mehr als  $1 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) aufgrund der Auswertung einer nach den Absätzen 6, 7 und 8 entnommenen Probe ist der Reaktor unverzüglich außer Betrieb zu nehmen.
- #### 5.2.2 Geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe)
- (1) Zwischenkühlkreisläufe sind vorzugsweise mittels kontinuierlich integral messender Gamma-Meßeinrichtungen zu überwachen.
  - (2) Wenn keine kontinuierliche Überwachungseinrichtung nach Absatz 1 vorhanden ist, ist wöchentlich aus jedem Zwischenkühlkreislauf eine Probe zu entnehmen und innerhalb einer Woche deren Gamma-Zählrate durch Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV als Caesium 137-Äquivalent zu bestimmen.
  - (3) Wenn eine kontinuierliche Überwachungseinrichtung nach Absatz 1 vorhanden ist, braucht nur vierteljährlich aus diesen Zwischenkühlkreisläufen eine Probe entnommen und innerhalb einer Woche deren Gamma-Zählrate durch Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV als Caesium 137-Äquivalent bestimmt werden.
  - (4) Der Meßbereich einer kontinuierlichen Meßeinrichtung nach Absatz 1 muß mindestens von  $4 \times 10^4$  bis  $1 \times 10^7$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) reichen.
  - (5) Die Nachweisgrenze einer kontinuierlichen Meßeinrichtung nach Absatz 1 darf bei einer Meßdauer von 10 Minuten nicht größer sein als die untere Grenze des in Absatz 4 angegebenen Mindestmeßbereiches.
  - (6) Die Überwachungseinrichtung nach Absatz 1 ist auf einen Grenzwert von  $4 \times 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> einzustellen. Eine Über-

schreitung dieses Grenzwertes ist automatisch zu melden und zu registrieren.

(7) Der Meßbereich der integralen Gamma-Meßeinrichtung zur Auswertung der nach den Absätzen 2 und 3 entnommenen Proben muß mindestens von  $1 \times 10^4$  bis  $1 \times 10^7$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) reichen.

(8) Sowohl bei Überschreitung einer Aktivitätskonzentration von  $4 \times 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) an der kontinuierlichen Gamma-Meßeinrichtung nach Absatz 1 als auch bei Nachweis einer Aktivitätskonzentration von mehr als  $1 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) in einem Zwischenkühlkreislauf aufgrund der Auswertung einer nach den Absätzen 2 und 3 entnommenen Probe sollte der betroffene Zwischenkühlkreislauf außer Betrieb genommen werden. Andernfalls ist unverzüglich eine Probe aus dem zugehörigen tertiären Kühlsystem zu entnehmen und zeitnah deren Gamma-Zählrate durch Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb 0,1 MeV als Caesium 137-Äquivalent an der integralen Gamma-Meßeinrichtung nach Absatz 7 zu bestimmen.

(9) Wird in der nach Absatz 8 Satz 2 entnommenen Probe keine Aktivitätskonzentration von mehr als  $1 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) nachgewiesen, so ist bei einer Aktivitätskonzentration im zugehörigen Zwischenkühlkreislauf von kleiner als oder gleich  $4 \times 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> wöchentlich eine weitere Probe aus dem tertiären Kühlsystem zu entnehmen und innerhalb von 24 Stunden deren Gamma-Zählrate durch Messung der Gamma-Strahlung im Energiebereich oberhalb

0,1 MeV als Caesium 137-Äquivalent an der integralen Gamma-Meßeinrichtung nach Absatz 7 zu bestimmen. Bei einer Aktivitätskonzentration im zugehörigen Zwischenkühlkreislauf von größer als  $4 \times 10^5$  Bq/m<sup>3</sup> ist täglich eine Probe aus dem tertiären Kühlsystem zu entnehmen und unverzüglich auszuwerten.

(10) Wird bei der Auswertung einer der nach den Absätzen 8 und 9 entnommenen Probe eine Aktivitätskonzentration von mehr als  $1 \times 10^4$  Bq/m<sup>3</sup> (Caesium 137-Äquivalent) im tertiären Kühlsystem nachgewiesen, so ist der zugehörige Zwischenkühlkreislauf unverzüglich außer Betrieb zu nehmen.

**Hinweis 1:**

Zur Veranschaulichung des Regeltextes sind im **Bild 5-1** die zu überwachenden Systeme mit den dazugehörigen Maßeinrichtungen und Probeentnahmestellen an einem Beispiel dargestellt.

In den **Tabellen 5-3** und **5-4** sind die Anforderungen an die Überwachungseinrichtungen zusammengefaßt.

**Hinweis 2:**

Die in diesem Abschnitt und im Abschnitt 6 enthaltenen Anforderungen an die festinstallierten Maßeinrichtungen berücksichtigen, daß sowohl im bestimmungsgemäßen Betrieb als auch bei Störfällen die Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser kontrolliert erfolgt. Beim Versagen von Behältern, Komponenten und sie verbindenden Rohrleitungen werden die austretenden Wässer in den als Wannen ausgebildeten Räumen aufgefangen oder über Entwässerungssysteme in Sümpfen, Auffangwannen oder Behältern gesammelt, so daß im Störfall eine Ableitung radioaktiver Stoffe auf dafür vorgesehenen Wegen erfolgt, die mit den Überwachungseinrichtungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb überwacht werden.

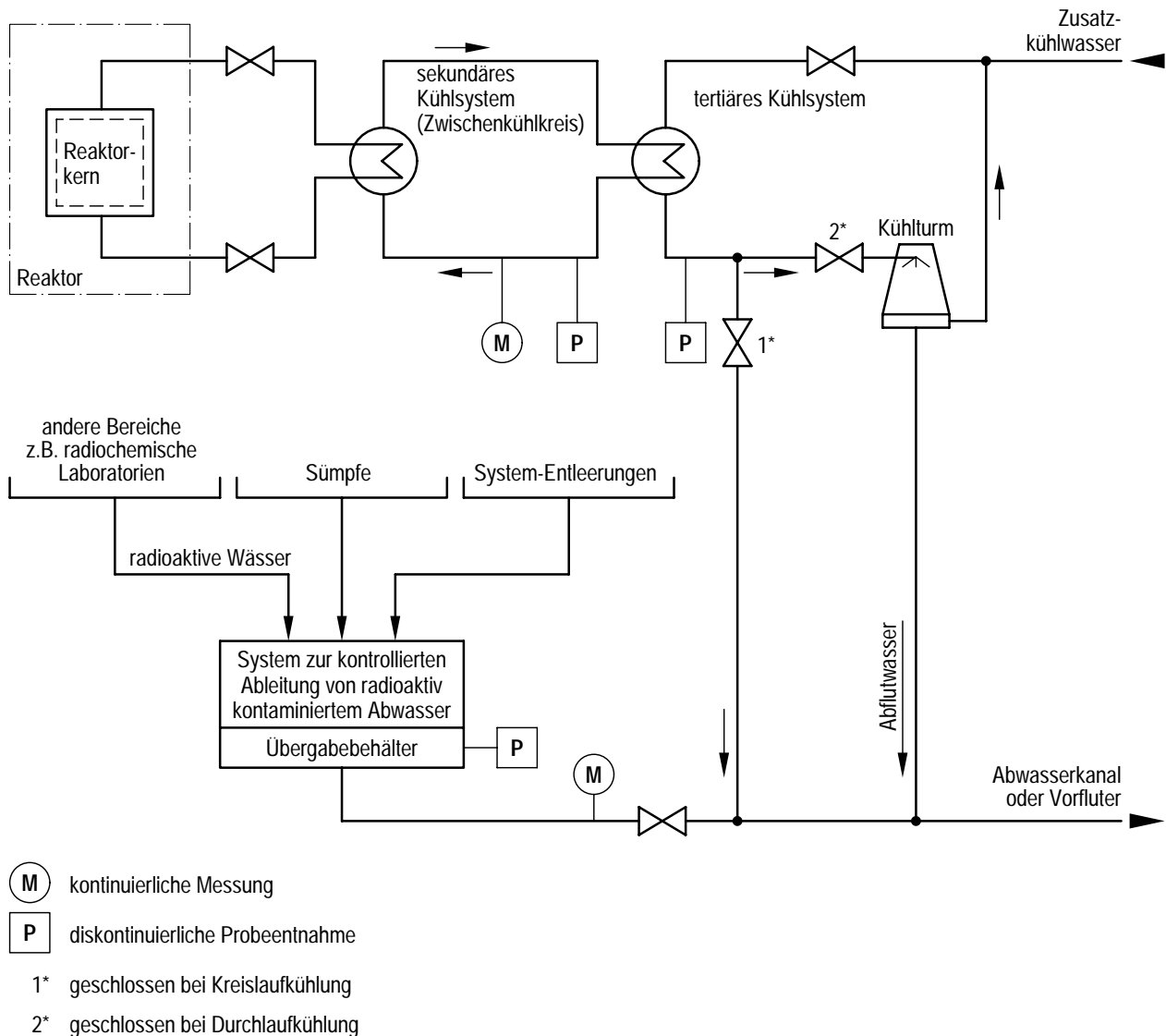
Abschnitt	Messung	Meßverfahren	Mindestmeßbereich Bq/m <sup>3</sup>	Nachweisgrenze Bq/m <sup>3</sup>	Grenzwert Bq/m <sup>3</sup>	Bezugsnuclid
5.1.3	Entscheidungsmessung	γ-Messung	$1 \cdot 10^4$ bis $1 \cdot 10^7$	<sup>1)</sup>	$5 \cdot 10^6$	Cs-137
		β-Messung	$1 \cdot 10^3$ bis $1 \cdot 10^6$	1)		Sr-90/Y-90
		α-Messung	$1 \cdot 10^3$ bis $1 \cdot 10^6$	1)		Am-241
5.1.4	Kontinuierliche Überwachung der Ableitung	γ-Messung	$1 \cdot 10^5$ bis $1 \cdot 10^7$	1)	$5 \cdot 10^6$	Cs-137
5.1.5	Bilanzierung	γ-Messung		$1 \cdot 10^3$		Co-60
		β-Messung		$5 \cdot 10^2$		Sr-90/Y-90
		α-Messung		$2 \cdot 10^2$		Am-241
		Tritium-Messung		$4 \cdot 10^4$		H-3
<sup>1)</sup> Die Nachweisgrenzen im Sinne von Abschnitt 2.20 dürfen für die Maßeinrichtungen für kontinuierliche und diskontinuierliche Messungen nicht größer sein als die unteren Grenzen der in den Tabellen 5-3 und 5-4 angegebenen Mindestmeßbereiche. <sup>2)</sup> Der Grenzwert orientiert sich an den genehmigten Aktivitätsabgaben oder wird von der Behörde festgelegt.						

**Tabelle 5-3:** Überwachung des radioaktiv kontaminierten Abwassers (Übergabebehälter)

Abschnitt	Messung	Meßverfahren	Mindestmeßbereich Bq/m <sup>3</sup>	Nachweisgrenze Bq/m <sup>3</sup>	Grenzwert Bq/m <sup>3</sup>	Bezugsnuclid
5.2	Kontinuierliche Überwachung	γ-Messung	$4 \cdot 10^4$ bis $1 \cdot 10^7$	1)	$4 \cdot 10^5$	Cs-137
5.2	Messung von Kühlwasserproben	γ-Messung	$4 \cdot 10^3$ bis $1 \cdot 10^7$	1)	$1 \cdot 10^4$	Cs-137

1) siehe Tabelle 5-3

**Tabelle 5-4:** Überwachung des Kühlwassers



**Bild 5-1:** Überwachung der mit Wasser abgeleiteten radioaktiven Stoffe, Beispiel für geschlossene sekundäre Kühlsysteme

**6 Ausführung der Überwachungseinrichtungen**

**6.1 Allgemeine Anforderungen an festinstallierte Überwachungseinrichtungen**

**6.1.1 Auslegung und Unterbringung**

(1) Die einzelnen Überwachungseinrichtungen sind für die in **Tabelle 6-1** genannten Umgebungs- und Meßmediumsbedingungen sowie den dort genannten Betriebsspannungen auszulegen.

(2) Der Meßwert darf sich bei der Variation jeweils einer Einflußgröße innerhalb der in Tabelle 6-1 genannten Nenngebrauchsbereiche nur um  $\pm 30\%$  gegenüber dem bei der Kalibrierung nach Abschnitt 7.2.3.3 erhaltenen Meßwert ändern, wenn alle übrigen Einflußgrößen in der Nähe der Bezugswerte der Kalibrierung möglichst unverändert bleiben. Dabei soll jedoch, bei der Überwachung von gasförmigen und aerosolgebundenen radioaktiven Stoffen, eine Differenz von

200 mbar zwischen dem Druck am Ort der Probeentnahme und dem im Meßvolumen nicht überschritten werden.

(3) Für die in Tabelle 6-1 aufgeführten Einflußgrößen sind die dort genannten Bezugswerte anzuwenden. Für die Filterbeladung gilt der unbeladene Zustand als Bezugswert. Für die Untergrundstrahlung ist der Bezugswert vom Hersteller der Überwachungseinrichtung anzugeben.

(4) Bei Ausfall der Lüftung der Meßräume ist unter Berücksichtigung der zu erwartenden Umgebungsbedingungen innerhalb der ersten Stunde nach Ausfall der Lüftung der Kalibrierwert auf  $\pm 30\%$  einzuhalten.

(5) In Hinblick auf die Störfestigkeit der Meßeinrichtungen gegen elektromagnetische Störgrößen, wie z.B. elektrostatische Entladungen, elektromagnetische Felder, Störspannungen, ist das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) zu beachten.

Einflußgrößen	Nenngebrauchsbereich	Bezugswert
Betriebsspannung - Wechselspannungsversorgung - Gleichspannungsversorgung	85 bis 110% des Nennwertes der Betriebsspannung spezifizierter Spannungsbereich des Gleichspannungsnetzes	Herstellerangabe
Umgebungstemperatur in °C	15 bis 40	
Druck der Umgebungsluft in mbar	900 bis 1100	1013
relative Feuchte der Umgebungsluft in %	10 bis 95, nicht betauend	60
Temperatur des Probeentnahmemediums in °C	10 bis 40	20
Druck des Probeentnahmemediums <sup>1)</sup> in mbar <sup>2)</sup>	700 bis 1100	1013
relative Feuchte des Probeentnahmemediums in % <sup>2)</sup>	10 bis 95, nicht betauend	60
<sup>1)</sup> Differenz zwischen dem Druck am Ort der Probeentnahme und dem im Meßvolumen nicht größer als 200 mbar <sup>2)</sup> Überwachungseinrichtungen zur Erfassung der Ableitung gasförmiger und aerosolgebundener Stoffe		

**Tabelle 6-1:** Nenngebrauchsbereiche und Bezugswerte für Einflußgrößen

(6) Für vor Ort installierte Meßeinrichtungen oder Teile von Meßeinrichtungen zur Überwachung wässriger Medien muß die Ausführung der Schutzart IP 54 nach DIN VDE 0470 Teil 1 (Fremdkörper- und Wasserschutz) entsprechen.

(7) Die Meß- und Probeentnahmeeinrichtungen sind so zu installieren oder unterzubringen, daß

- a) sie gegen Einflüsse, die einen einwandfreien Betrieb verhindern können, ausreichend sicher geschützt sind,
- b) die in den jeweiligen Gerätespezifikationen angegebenen Nenngebrauchsbereiche eingehalten werden,
- c) Prüfungen, Wartung und Instandsetzung leicht möglich sind,
- d) sie für Befugte während des bestimmungsgemäßen Betriebs jederzeit leicht zugänglich sind.

(8) Die Elektronik der Meßgeräte der kontinuierlich zu betreibenden Überwachungseinrichtungen sollte in zentralen Meßräumen installiert oder untergebracht werden.

(9) Meßbehälter und Probeentnahmebehälter müssen leicht auszubauen und dekontaminierbar sein. Meßbehälter und Probeentnahmebehälter, die zur Überwachung wässriger

Medien dienen, müssen gespült werden können, ohne daß ein Ausbau erforderlich ist.

(10) Es muß sichergestellt sein, daß bei der Überwachung wässriger Medien die untere Energieschwelle so eingestellt ist, daß alle Radionuklide mit Gamma-Energien oberhalb 0,1 MeV erfaßt werden.

**6.1.2 Ausfallsicherheit**

(1) Ist ein Betriebsmedium für eine Meßstelle erforderlich, z.B. Zählgas, so ist die Versorgung mit dem Betriebsmedium sicherzustellen und zu überwachen.

(2) Elektrische Verbraucher sind an das Notstromsystem anzuschließen. Redundante elektrische Verbraucher sind an redundante Schienen anzuschließen, wenn sie zum Betrieb redundanter Systeme erforderlich sind.

(3) Kontinuierlich zu betreibende Überwachungseinrichtungen sind selbstüberwachend auszuführen; es ist sicherzustellen, daß bei Umschaltung auf Notstromversorgung die Messung und Meßwertverarbeitung nicht derart unterbro-

chen werden, daß gespeicherte Daten, z.B. Meßwerte für eine Integration, verloren gehen.

(4) Nach einer Stromunterbrechung müssen alle nicht unterbrechungslos versorgten Strahlungs- und Aktivitätsüberwachungssysteme einschließlich der peripheren Geräte selbsttätig wieder anlaufen.

(5) Bei Meßeinrichtungen, die an oder in einem Bypass angeordnet sind, ist der Durchfluß im Bypass zu überwachen. Für Meßeinrichtungen, die direkt an einem System angeordnet sind, ist der Durchfluß des Meßmediums zu überwachen.

### 6.1.3 Faktoren für die statistische Sicherheit

(1) Der Faktor für die statistische Sicherheit bei der Erkennungsgrenze hat für nicht sammelnde, kontinuierliche Messungen den Wert  $k_E = 1,645$ , für sammelnde, kontinuierlich messende Geräte (Aerosol- und Jodmonitor) und für alle bilanzierenden Messungen sowie für Entscheidungsmessungen den Wert  $k_E = 3,0$ .

(2) Der Faktor für die statistische Sicherheit bei der Nachweisgrenze hat für alle Messungen nach Absatz 1 den Wert  $k_N = k_E + 1,645$ .

### 6.1.4 Grenzwerte

(1) Müssen Geräte im Betrieb nachjustiert werden, so sind fest eingebaute Einstellmöglichkeiten hierfür vorzusehen. Alle Einstellmöglichkeiten an den elektronischen Geräten der Überwachungseinrichtungen sind so anzuordnen oder abzusichern, daß eine Verstellung durch Unbefugte weitgehend ausgeschlossen ist. Eine selbsttätige Verstellung muß ausgeschlossen werden.

(2) Das Unterschreiten eines unteren Grenzwertes zur Meldung des Geräteausfalls und das Überschreiten eines oberen Grenzwertes müssen optisch und akustisch in der Warte angezeigt und registriert oder, falls die Warte nicht besetzt ist, z.B. bei Reaktorstillstand, an einer anderen, während dieser Zeit ständig besetzten Stelle angezeigt werden. Sammelmeldungen sind zulässig. Es sollte aber in der Warte, in einem Wartenebenraum oder an einer anderen ständig besetzten Stelle angezeigt werden, von welcher Meßstelle die Meldung kommt. Die akustischen Meldungen dürfen vor Behebung der Ursachen einzeln oder gemeinsam gelöscht werden.

(3) Die optischen Signale in der Warte zur Ausfallmeldung und bei Überschreitung der oberen Grenzwerte müssen den Meldezustand erkennen lassen.

### 6.1.5 Meßwertanzeige und Registrierung

(1) Die Meßgeräte sollen nur einen Anzeigebereich haben. Sind mehrere Anzeigebereiche notwendig, so müssen

- bei mehreren linearen Anzeigebereichen die Meßbereiche sich um mindestens 10% überlappen, wobei der Meßbereichsfaktor nicht größer als 10 sein darf,
- bei mehreren logarithmischen Anzeigebereichen die Meßbereiche sich um mindestens eine Dekade überlappen.

(2) Die Meßwerte der festinstallierten Meßeinrichtungen sollen an den Meßgeräten angezeigt werden. In der Warte sind die in der folgenden Tabelle aufgeführten Werte anzuzeigen und zu registrieren:

1	Fortluft	Volumenstrom
2	radioaktive Edelgase	Aktivitätskonzentration
3	radioaktive Aerosole	Filterbelastung (Aktivität)
4	radioaktives gasförmiges Jod	Filterbelastung (Aktivität)
5	Tritium	Aktivitätskonzentration
6	Kühlwasser	Aktivitätskonzentration <sup>1)</sup>
1) Darf auch an einer anderen Stelle angezeigt und registriert werden.		

(3) Bei der Darstellung der Meßwerte ist sicherzustellen, daß die nach dieser Regel aus den geforderten Nachweisgrenzen ableitbaren Zahlenwerte für die Erkennungsgrenze deutlich sichtbar, d.h. mindestens 2 bis 3 mm über dem Mittelwert der Untergrundmessungen liegen. Hierzu dürfen geeignete Maßnahmen, wie z.B. eine Untergrundkompensation, verwendet werden.

(4) Die Aufzeichnungen auf den Registrierstreifen müssen für einen Zeitraum von 3 Stunden direkt sichtbar und gut lesbar sein.

(5) Eine Darstellung der unter Absatz 2 aufgeführten Meßwerte in der Warte über Bildschirmdisplay ist zulässig, wenn ein Bildschirm vorrangig für die Anzeige dieser Werte zur Verfügung steht, jederzeit eine Kopie der Anzeige gedruckt werden kann und die Werte gespeichert werden. Ein zweiter Bildschirm muß als Redundanz zur Verfügung stehen. Die Darstellung auf dem Bildschirm muß den Anforderungen des Absatzes 1 genügen.

### 6.1.6 Prüfbarkeit

Die Überwachungseinrichtungen sind so auszulegen und auszuführen, daß das einwandfreie Funktionieren der Einzelgeräte im Rahmen von erstmaligen Prüfungen nach Abschnitt 7.2.3 und wiederkehrenden Prüfungen nach Abschnitt 7.2.4 festgestellt werden kann.

## 6.2 Spezielle Anforderungen an festinstallierte Meßeinrichtungen zur Überwachung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe bei Störfällen

### 6.2.1 Störfallfestigkeit

(1) Alle Komponenten der Meßeinrichtungen, z.B. Probenentnahmesystem, Meßwertgeber, Meßumformer, müssen so ausgelegt sein, daß sie auch bei den Störfällen und deren Folgen, bei denen ihre Funktionsfähigkeit erforderlich ist, den an ihrem jeweiligen Einbauort auftretenden Umgebungs- und Meßmediumsbedingungen widerstehen und gemäß den Anforderungen dieser Regel betrieben werden können.

(2) Die für den jeweiligen Einbauort zu unterstellenden Umgebungs- und Meßmediumsbedingungen sind den Störfallanalysen zu entnehmen.

(3) Die Meßeinrichtungen zur Überwachung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe bei Störfällen sind so auszulegen, daß sie eine Mindestfunktionsdauer unter Störfallbedingungen besitzen, die einer Zeitspanne vom Störfalleintritt bis zu dem Zeitpunkt entspricht, an dem die Einrichtungen nicht mehr benötigt werden, instandgesetzt oder ausgewechselt werden können. Diese Mindestfunktionsdauer ist aus den Störfallanalysen zu ermitteln.

(4) Die Meßunsicherheit und das Zeitverhalten der Meßeinrichtungen müssen unter Annahme der Störfallbedingungen innerhalb der zulässigen Toleranzen bleiben. Diese Toleranzen sind im Rahmen der Systemauslegung festzulegen. Die Toleranzen dürfen vom Störfallverlauf abhängig sein. Zur Abdeckung dieser Forderung dürfen mehrere Meßkanäle, deren Meßbereiche sich überlappen, verwendet werden.

## 6.2.2 Stromversorgung

Detektoren und Meßumformer sollen aus einer unterbrechungslosen Notstromversorgung versorgt werden. Weitere Komponenten der Überwachungseinrichtungen, z.B. Beleitheizungen der Probeentnahmesysteme, Pumpen zur Förderung des Meßmediums, sind an das Notstromsystem anzuschließen, wobei ein kurzzeitiger Spannungsausfall, z.B. während der Hochlaufzeit von Notstromdieselaggregaten, zulässig ist.

## 7 Instandhaltung der festinstallierten Überwachungseinrichtungen

### 7.1 Wartung und Instandsetzung

#### 7.1.1 Durchführung

Wartung und Instandsetzung der Überwachungseinrichtungen müssen nach den jeweiligen Betriebs- und Instandsetzungsanweisungen von fachkundigen Personen vorgenommen werden.

#### 7.1.2 Buchführung

Über alle durchgeführten Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten ist Buch zu führen. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Eindeutige Bezeichnung der Überwachungseinrichtung,
- Art der durchgeführten Wartung oder Instandsetzung,
- Art und Anzahl der ausgewechselten Teile,
- für die neu eingesetzten Teile: Datum und nähere Bezeichnung der Prüfzeugnisse und der nach dieser Regel erforderlichen Prüfnachweise,
- Angaben über Ausfallzeiten,
- Datum der Wartung oder Instandsetzung,
- Namen und Unterschriften der fachkundigen Personen.

### 7.2 Prüfungen

#### 7.2.1 Prüfliste

Art, Umfang und Fristen der Prüfungen nach Abschnitt 7.2.4 sind in einer Prüfliste festzulegen.

#### 7.2.2 Prüfnachweis

Alle durchgeführten Prüfungen sind durch Prüfnachweise zu belegen. Die Prüfnachweise sind 10 Jahre aufzubewahren. Diese müssen mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Prüfdatum,
- Prüfobjekt,
- Prüfart,
- Prüfunterlagen,
- Prüfergebnisse,
- bei Mängeln: festgesetzte Fristen für die Beseitigung der Mängel oder den Austausch des Prüfobjektes,
- Name und Unterschrift des Prüfers.

### 7.2.3 Erstmalige Prüfungen

#### 7.2.3.1 Allgemeines

An Überwachungseinrichtungen oder ihren Komponenten sind folgende Prüfungen durchzuführen:

- Nachweis der Eignung,
- Kalibrierung,
- Werksprüfung,
- Inbetriebsetzungsprüfung.

#### 7.2.3.2 Nachweis der Eignung

(1) Vor erstmaligem Einsatz in einem Forschungsreaktor ist nachzuweisen, daß die Überwachungseinrichtungen ihre Aufgaben erfüllen und den spezifizierten Anforderungen genügen. Im Rahmen dieser Prüfung soll auch das Langzeitverhalten der Überwachungseinrichtungen unter zyklischem Wechsel der Umgebungsbedingungen überprüft werden.

(2) Die Prüfung ist durch Sachverständige zu begutachten. Der Nachweis der Eignung darf ganz oder teilweise auch dadurch geführt werden, daß eine Betriebsbewährung unter vergleichbaren Betriebsbedingungen nachgewiesen wird.

#### 7.2.3.3 Kalibrierung und Überprüfung der Kalibrierung

(1) Die Überwachungseinrichtungen sind vor ihrem Einsatz zu kalibrieren. Diese Kalibrierung darf auch an einem typgleichen Gerät durchgeführt werden.

(2) Die Meßeinrichtung zur Edelgasüberwachung ist mit Argon 41 zu kalibrieren. Das Ansprechvermögen muß für die Strahlung der Nuklide Xenon 133 und Krypton 85 bekannt sein.

(3) Die Meßeinrichtung zur Aerosolüberwachung für Beta-Strahlung ist sowohl mit Technetium 99 oder Kobalt 60 als auch mit Chlor 36 oder Caesium 137, die für Gamma-Strahlung mit Barium 133 und Caesium 137 zu kalibrieren. Die Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens muß für Beta-Strahlung im Energiebereich von 150 bis 2500 keV, die für Gamma-Strahlung im Energiebereich von 100 bis 1700 keV bekannt sein. Um die Nachweiswahrscheinlichkeit für Störnuklide und Untergrundstrahlung zu verringern, darf bei Meßeinrichtungen zur Aerosolüberwachung für Gamma-Strahlung die untere Schwelle bis auf maximal 250 keV erhöht werden.

(4) Die Meßeinrichtung zur Jodüberwachung ist mit Jod 131 zu kalibrieren.

(5) Die Meßeinrichtung für wassergebundenes Tritium ist mit tritiumhaltigem Wasser zu kalibrieren.

(6) Die Meßeinrichtung zur Wasserüberwachung ist mit Caesium 137 zu kalibrieren. Das Ansprechvermögen muß für Gamma-Strahlung im Energiebereich von 100 bis 1700 keV bekannt sein.

(7) Bei der Erstkalibrierung ist ein Satz von Festpräparaten festzulegen, mit denen jeweils ein Anzeigewert in einer der unteren und einer der oberen Dekaden des Meßbereichs kontrolliert werden kann. Dafür sind folgende Festpräparate vorzusehen:

- Für die Edelgasüberwachung Kobalt 60 oder Technetium 99 bei Meßstellen für Beta-Strahlung sowie Barium 133 oder Kobalt 57 bei Meßstellen für Gamma-Strahlung,

- b) für die Aerosolüberwachung Kobalt 60 oder Technetium 99 bei Meßstellen für Beta-Strahlung sowie Barium 133 oder Kobalt 57 bei Meßstellen für Gamma-Strahlung,
- c) für die Jodüberwachung Barium 133,
- d) für die Wasserüberwachung Caesium 137 und ein Festpräparat zur Überprüfung der unteren Energieschwelle, wie z.B. Barium 133 oder Kobalt 57.

(8) Im Anschluß an die Erstkalibrierung der Meßgeräte der Überwachungseinrichtungen ist mit einem Festpräparat in definierter und reproduzierbarer Geometrie ein Anschlußwert zu bestimmen, der später eine Überprüfung der Kalibrierung und den Anschluß weiterer typgleicher Geräte ermöglicht.

#### 7.2.3.4 Werksprüfung

- (1) In einer Werksprüfung sind die ordnungsgemäße Herstellung und die einwandfreie Funktion der Überwachungseinrichtungen nachzuweisen.
- (2) Setzen sich die Überwachungseinrichtungen aus Komponenten verschiedener Hersteller zusammen, so müssen die ordnungsgemäße Herstellung und einwandfreie Funktion dieser Komponenten durch Prüfungen beim jeweiligen Hersteller nachgewiesen werden.
- (3) Die Werksprüfung ist als eine Stückprüfung durchzuführen und muß umfassen:
  - a) Sichtkontrolle,
  - b) Prüfung des Ausgangswertes in Abhängigkeit von der spezifizierten Betriebsspannungsschwankung,
  - c) Prüfung der Kennlinie mit einem Impuls- oder Stromgenerator mit mindestens einem Prüfwert pro Dekade des Meßbereichs.
- (4) Die Werksprüfung ist durch Werkssachverständige durchzuführen, in begründeten Fällen in Anwesenheit von durch die zuständige Behörde zugezogenen Sachverständigen.

#### 7.2.3.5 Inbetriebsetzungsprüfung

- (1) In der Inbetriebsetzungsprüfung nach Installation sind die einwandfreie Ausführung und Funktion der Überwachungseinrichtungen nachzuweisen. Es müssen geprüft werden:
  - a) Ausführung der Überwachungseinrichtungen,
  - b) Installation der Überwachungseinrichtungen,
  - c) Anzeige (mit einem Impuls- oder Stromgenerator mit mindestens einem Prüfwert pro Dekade des Meßbereichs),
  - d) Überprüfung der Kalibrierung (mittels Festpräparat),
  - e) Grenzwerteinstellung,
  - f) Anschluß an das Notstromsystem,
  - g) selbsttätiges Wiederanlaufen nach Unterbrechung der Stromversorgung,
  - h) Durchflußüberwachung,
  - i) Meßwertverarbeitung (Meldungen),
  - j) Versorgung mit Betriebsmedien,
  - k) Fortluft-Volumenstrommessung.

(2) Die Inbetriebsetzungsprüfung ist durch den Betreiber sowie in einem von der zuständigen Behörde festgelegten Umfang durch zugezogene Sachverständige oder in deren Anwesenheit durchzuführen.

#### 7.2.4 Wiederkehrende Prüfungen

##### 7.2.4.1 Allgemeines

(1) An den Überwachungseinrichtungen sind während des Betriebs wiederkehrende Prüfungen durchzuführen.

##### Hinweis:

Dabei handelt es sich um regelmäßig wiederkehrende Prüfungen und um Prüfungen nach Instandsetzungen.

- (2) Bei den Funktionsprüfungen, bei denen die Herausnahme sicherheitstechnischer Verriegelungen erforderlich ist, ist eine Abstimmung mit der zuständigen Behörde herbeizuführen.
- (3) Die Prüfungen müssen ohne Eingriff in die Schaltung (z.B. Löten) erfolgen können.
- (4) Die Prüfungen sind nach Prüfunterlagen vorzunehmen, in denen die den einzelnen Prüfungen zugeordneten Prüfmethoden zusammengestellt sind. Hierzu gehören folgende Angaben:
  - a) Prüfspezifikation oder Prüfvorschrift,
  - b) Prüfobjekt und Prüfort,
  - c) zu verwendende Prüfeinrichtungen,
  - d) Prüfbedingungen,
  - e) Sollwerte.

##### 7.2.4.2 Regelmäßig wiederkehrende Prüfungen

- (1) Durch regelmäßig wiederkehrende Prüfungen ist die einwandfreie Funktion der Überwachungseinrichtungen nachzuweisen. Dabei sind die in **Tabelle 7-1** angegebenen Prüfungen und Prüfhäufigkeiten zugrunde zu legen.
- (2) Für die Überprüfung der Kalibrierung nach Zeile Lfd. Nr. 1 der Tabelle 7-1 sind eine definierte und reproduzierbare Geometrie von Detektor und Festpräparaten nach Abschnitt 7.2.3.3 Absatz 7 festzulegen und der Sollwert der Anzeige zu bestimmen.
- (3) Die Prüfungen sind durch den Betreiber oder durch von der zuständigen Behörde zugezogene Sachverständige durchzuführen.

##### 7.2.4.3 Prüfung nach einer Instandsetzung

Nach einer Instandsetzung ist die einwandfreie Funktion durch eine dem Umfang der Instandsetzung entsprechende Inbetriebsetzungsprüfung nach Abschnitt 7.2.3.5 nachzuweisen.

#### 7.3 Beseitigung von Mängeln

Bei Prüfungen festgestellte Mängel sind unverzüglich unter Einhaltung der in den Prüfnachweisen festgesetzten Fristen zu beseitigen.

1	2	3	4	5
Lfd. Nr.	Prüfobjekt	Prüfmethode	Prüfhäufigkeit <sup>1)</sup>	
			durch Betreiber	durch Sachverständigen <sup>2)</sup>
1	Überwachungseinrichtungen	a) Besichtigung	bei Kontrollgängen	jährlich
		b) Überprüfung der Kalibrierung mittels Festpräparat	vierteljährlich	jährlich
		c) bei Zählrohren: Überprüfung des Plateaus	–	jährlich
2	Prüf- und Wartungsaufzeichnungen	Einsichtnahme	–	jährlich
3	Elektronikbaugruppen	Einspeisung von Standardsignalen in die Transmitter (mindestens ein Wert pro Dekade des Meßbereichs) <sup>3)</sup> Vergleich aller Anzeigen und Registrierungen	jährlich	jährlich
4	Signalisierung	Betriebsbereitschaft: visuell	bei Kontrollgängen	jährlich
		Ausfallmeldung: durch Unterbrechung der Spannungszufuhr oder durch Auftrennen der Signalverbindung zwischen Meßumformer und Detektor	vierteljährlich	jährlich
		Gefahrenmeldung: mit Strahlenquelle oder elektrisch	vierteljährlich	jährlich
5	Durchflußüberwachung und Betriebsmedienversorgung ohne automatische Funktionskontrolle	Besichtigung	bei Kontrollgängen	jährlich
	mit automatischer Funktionskontrolle	Vergleich des Sollwertes mit dem Istwert	vierteljährlich	jährlich
6	Fortluft-Volumenstrom	Vergleich des Sollwertes mit dem Istwert bei Nennvolumenstrom	jährlich	jährlich
7	Probeentnahme-System	Besichtigung, Überprüfung der Umschaltung der Ventilatoren oder Gebläse	jährlich	jährlich

1) Wenn eine Prüfung nach Spalte 5 durchgeführt wird, darf die zu diesem Zeitpunkt fällige Prüfung nach Spalte 4 entfallen.

2) Hierbei handelt es sich um den von der zuständigen Behörde zugezogenen Sachverständigen.

3) Die Prüfmethode der Einspeisung von Standardsignalen in den Transmitter mit wenigstens einem Wert pro Dekade ist bei digital arbeitenden Meßgeräten nicht erforderlich, wenn das Programm geprüft ist und sich selbst überwacht. Hier genügt, wenn im gesamten Meßbereich in der vorverarbeitenden Elektronik keine Umschaltungen vorgenommen werden, die Einspeisung eines Signals in der obersten Dekade des Meßbereiches. Auch diese kann entfallen, wenn bei der Überprüfung der Kalibrierung ein Meßwert in die oberste Dekade des Meßbereiches fällt.

Tabelle 7-1: Regelmäßig wiederkehrende Prüfungen

## 8 Meßergebnisse

### 8.1 Dokumentation

#### 8.1.1 Fließschema

(1) Die für die Überwachung der abgeleiteten gasförmigen, aerosolgebundenen und flüssigen radioaktiven Stoffe eingerichteten Probeentnahme- und Überwachungseinrichtungen sind in übersichtliche Fließschemata einzuzeichnen. Durch unterschiedliche Symbole sind Art der Probeentnahme und Messung zu kennzeichnen.

(2) In einer jedem Fließschema zugeordneten Beschreibung, z.B. in Form einer Tabelle, sind für jede Probeentnahme- und Überwachungseinrichtung die erforderliche Meßaufgabe und Meßdurchführung festzuhalten. Für Probeentnahmen sind Zweck, Art, Ort und Häufigkeit sowie die durchzuführenden Messungen aufzuführen. Für die Überwachungseinrichtungen sind die Meßaufgaben und die meßtechnischen Anforderungen, insbesondere Meßart, Meßanordnung einschließlich Abschirmung, Kalibrierung, Meßbereiche, Nachweisgrenzen und Meßunsicherheit anzugeben. Für das Meßlabor sind

ebenfalls die Meßaufgaben und die meßtechnischen Anforderungen zu beschreiben.

### 8.1.2 Umfang

Die Dokumentation muß so angelegt werden, daß ein lückenloser Nachweis der Ableitung der radioaktiven Stoffe möglich ist. Dazu gehören die Aufzeichnungen über

- a) Aktivitätsmessungen  
(Einzelnuklid-Konzentrationen und Abgaberraten),
- b) Probeentnahmen  
(kontinuierlich, diskontinuierlich; Zeitpunkt, Zeitspanne),
- c) Fortluft  
(Menge, Zeitpunkt, Zeitspanne),
- d) Wasser  
(Wasserarten, Menge, Zeitpunkt, Zeitspanne),
- e) Verantwortliche und Ausführende.

### 8.1.3 Belegproben

Art, Menge und Aufbewahrungszeiten von Belegproben sind mit der Aufsichtsbehörde abzustimmen.

## 8.2 Berichterstattung an die Behörden

### 8.2.1 Inhalt

Die Berichterstattung an die zuständige Aufsichtsbehörde über die Ableitung gasförmiger, aerosolgebundener und flüs-

siger radioaktiver Stoffe muß umfassen:

- a) Fortluftmenge,
- b) Abwassermenge,
- c) Genehmigungswerte,
- d) nuklidspezifische Aktivitätsableitung

und die im Berichtszeitraum mit den benutzten Meßeinrichtungen erreichten minimalen und maximalen Erkennungsgrenzen.

### 8.2.2 Bilanzierung

Der nuklidspezifische Nachweis der Aktivitätsableitungen und der Vergleich mit den Genehmigungswerten müssen mindestens kalenderjährlich vorgenommen werden. In der Bilanzierung bleiben Nuklide mit Aktivitätskonzentrationen unterhalb der erreichten Erkennungsgrenzen außer Betracht.

### 8.2.3 Berichtsbögen

- (1) Für die regelmäßige Berichterstattung sollen Berichtsbögen nach **Bild 8-1** und **8-2** benutzt werden.
- (2) In der Spalte "abgeleitete Aktivität" sind nur Werte einzutragen, die sich aus Meßwerten der Aktivitätskonzentration oberhalb der Erkennungsgrenze ergeben.

Ableitung gasförmiger und aerosolgebundener radioaktiver Stoffe (KTA 1507)					
Reaktor:		Jahr:		Fortluftmenge in m <sup>3</sup> :	
Nuklid	Erkennungsgrenze in Bq/m <sup>3</sup>		abgeleitete Aktivität in Bq	Genehmigungswert in Bq/a	Bemerkung
	min.	max.			
<b>Edelgase:</b>					
Ar 41					
Kr 85					
Kr 85m					
Kr 87					
Kr 88					
Xe 131m					
Xe 133					
Xe 133m					
Xe 135					
Xe 135m					
Xe 138					
Sonstige					
Summe Edelgase <sup>1)</sup>					
Gesamt-Beta-Aktivität <sup>2)</sup>					
<b>Jod:</b>					
I 131 gasförmig					
I 131 aerosolgebunden					
Summe Jod 131					
Sonstige					
<b>Aerosole:</b>					
Cr 51					
Mn 54					
Co 58					
Fe 59					
Co 60					
Zn 65					
Zr 95					
Nb 95					
Ru 103					
Ru 106					
Ag 110m					
Sb 124					
Sb 125					
Cs 134					
Cs 137					
Ba 140					
La 140					
Ce 141					
Ce 144					
Sonstige					
Summe					
Sr 89					
Sr 90					
Tritium					
Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration (im primären Kühlkreis)					
U 234					
Pu 238					
Pu 239					
Pu 240					
Am 241					
Cm 242					
Cm 244					
Sonstige					
Summe					
Kohlenstoff 14					

1) Bei kontinuierlicher nuklidspezifischer Messung zur Bilanzierung.  
2) Bei nicht kontinuierlicher nuklidspezifischer Messung zur Bilanzierung.

Bild 8-1: Muster eines Berichtsbogens über die mit der Fortluft abgeleitete Aktivität

Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser (KTA 1507)			Blatt	von	
Reaktor:		Jahr:			
Wasserabgabe:		m <sup>3</sup>	Art des Wassers:		
Nuklid	Erkennungsgrenze in Bq/m <sup>3</sup>		abgeleitete Aktivität in Bq	Genehmigungswert in Bq/a	Bemerkung
	min.	max.			
Cr 51					
Mn 54					
Co 58					
Fe 59					
Co 60					
Zn 65					
Zr 95					
Nb 95					
Ru 103					
Ru 106					
Ag 110m					
Sb 124					
Sb 125					
I 131					
Cs 134					
Cs 137					
Ba 140					
La 140					
Ce 141					
Ce 144					
Sonstige					
Sr 89					
Sr 90					
Summe					
Tritium					
Gesamt-Alpha-Aktivität					
U 234					
Pu 238					
Pu 239					
Pu 240					
Am 241					
Cm 242					
Cm 244					
Sonstige					
Summe					

Bild 8-2: Muster eines Berichtsbogens über die mit Wasser abgeleitete Aktivität

## Anhang

### Bestimmungen, auf die in dieser Regel verwiesen wird

(Die Verweise beziehen sich nur auf die in diesem Anhang angegebene Fassung. Darin enthaltene Zitate von Bestimmungen beziehen sich jeweils auf die Fassung, die vorlag, als die verweisende Bestimmung aufgestellt oder ausgegeben wurde.)

AtG		Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) vom 23. Dezember 1959 (BGBl I, S. 814) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I, S. 1565), zuletzt geändert durch Gesetz vom 6. April 1998 (BGBl. I S. 694)
StrlSchV		Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 13. Oktober 1976 (BGBl I, S. 2905, 1977 S. 184, 296) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. Juni 1989 (BGBl. I, S. 1321, ber. S. 1926), zuletzt geändert durch Verordnung vom 18. August 1997 (BGBl. I, S. 2113)
WHG		Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 27. Juli 1957 (BGBl I, S. 1110, ber. S. 1386) in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. November 1996 (BGBl I, S. 1695), zuletzt geändert durch Gesetz vom 30. April 1998 (BGBl. I, S. 823)
EMVG		Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG) vom 9. November 1992 (BGBl. I, S. 1864) in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. August 1995 (BGBl. I, S. 1118)
DIN 24 184	(12/90)	Typprüfung von Schwebstofffiltern; Prüfung mit Paraffinölnebel als Prüfaerosol
DIN VDE 0470-1	(11/92)	Schutzarten durch Gehäuse (IP Code); (IEC 529 (1989) 2. Ausgabe); Deutsche Fassung EN 60529:1991

## Stichwortverzeichnis

- Abflutwasser 2.1 (Begriff)
- Ableitung radioaktiver Stoffe 2.2 (Begriff)
- Abwasser: siehe radioaktiv kontaminiertes Abwasser
- Aerosole: siehe radioaktive Aerosole
- Alphastrahler
- , (Abwasser)
  - , -, Bilanzierung 5.1.5.3
  - , -, zu überwachende Nuklide Tab. 5-2
  - , (Fortluft)
  - , -, Bilanzierung im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.7
  - , -, -, Nachweisgrenze 3.7 (3)
  - , -, -, Notwendigkeit 3.7 (5)
  - , -, -, zu überwachende Nuklide Tab. 3-3
  - , -, Bilanzierung bei Störfällen 4.3 (4)
- Ansprechvermögen eines Meßgerätes 2.3 (Begriff)
- Anwendungsbereich 1
- Anzeige der Meßwerte 6.1.5
- Ausfallsicherheit 6.1.2
- Ausfallüberwachung der Meßeinrichtungen 6.1.4 (2), (3)
- Ausführung der Überwachungseinrichtungen: siehe Überwachungseinrichtungen, festinstallierte
- Begriffe 2**
- Berichterstattung an die Behörden 8.2
- , Berichtsbögen 8.2.3; Bild 8-1; Bild 8-2
  - , Bilanzierung 8.2.2
  - , Inhalt 8.2.1
- Bestimmungsgemäßer Betrieb 2.4 (Begriff)
- Bezugswerte für Einflußgrößen Tab. 6-1
- Bilanzierung
- , (Abwasser)
  - , -, Alphastrahler 5.1.5.3; Tab. 5-2
  - , -, Gammastrahler 5.1.5.1; Tab. 5-1
  - , -, radioaktives Strontium 5.1.5.2
  - , -, sonstige Radionuklide 5.1.5.5
  - , -, Tritium 5.1.5.4
  - , Berichterstattung an die Behörden 8.2.2
  - , (Fortluft) bei Störfällen
  - , -, Alphastrahler 4.3 (4)
  - , -, radioaktive Aerosole 4.3
  - , -, radioaktive Edelgase 4.2.2
  - , -, radioaktives (gasförmiges) Jod 4.4
  - , -, radioaktives Strontium 4.3 (4)
  - , -, Tritium
  - , -, -, Leichtwasserreaktoren mit zusätzlichen Schwerwassertanks 4.5 (1)
  - , -, -, Schwerwasserreaktoren 4.5
  - , (Fortluft) im bestimmungsgemäßen Betrieb
  - , -, Alphastrahler 3.7; Tab. 3-3
  - , -, Kohlenstoff 14 3.8
  - , -, radioaktive Aerosole 3.2.2; Tab. 3-2
  - , -, radioaktive Edelgase 3.2.2; Tab. 3-1
  - , -, radioaktives (gasförmiges) Jod 3.4.2
  - , -, radioaktives Strontium 3.6
  - , -, Tritium
  - , -, -, Leichtwasserreaktoren 3.5.1
  - , -, -, Leichtwasserreaktoren mit zusätzlichen Schwerwassertanks 3.5.1 (10)
  - , -, -, Schwerwasserreaktoren 3.5.2
  - radioaktiver Stoffe 2.5 (Begriff)
- Brandfall 4.1 (6)
- Caesium 137-Äquivalent 2.6 (Begriff)
- Dokumentation der Meßergebnisse 8.1
- , Belegproben 8.1.3
  - , Fließschema 8.1.1
  - , Umfang 8.1.2
- Doppelbestimmung 2.7 (Begriff)
- Durchflußüberwachung 3.1 (4), (5); 4.1 (5); 6.1.2 (5)
- Edelgase: siehe radioaktive Edelgase
- Eignungsnachweis 7.2.3.2
- Elektrische Versorgung 6.1.2 (2); 6.2.2
- Erkennungsgrenze
- , (Begriff) 2.20.2
  - , Definition 2.20.3
  - , Zahlenwerte des Faktors für die statistische Sicherheit 6.1.3 (1)
- Faktoren für die statistische Sicherheit
- , Allgemeines 2.20
  - , Zahlenwerte für die Erkennungsgrenze 6.1.3 (1)
  - , Zahlenwerte für die Nachweisgrenze 6.1.3 (2)
- Fließschema 8.1
- Forschungsreaktor 2.9 (Begriff)
- Fortluftvolumenstrommessung 3.1 (3); 4.1 (4)
- Gesamtverlustfaktor (Aerosole) 2.10 (Begriff)
- Geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe) 5.2.2; Tab. 5.4
- , integrale Gamma-Meßeinrichtung
  - , -, Maßnahmen bei Grenzwertüberschreitung 5.2.2 (8)-(10)
  - , -, Meßbereich 5.2.2 (7)
  - , kontinuierliche Meßeinrichtung
  - , -, Ersatzmaßnahmen 5.2.2 (2)
  - , -, Forderung 5.2.2 (1)
  - , -, Grenzwert 5.2.2 (6)
  - , -, Maßnahmen bei Grenzwertüberschreitung 5.2.2 (8)-(10)
  - , -, Meßbereich 5.2.2 (4)
  - , -, Nachweisgrenze 5.2.2 (5)
  - , Probeentnahmen 5.2.2 (2), (3), (8), (9)
- Grenzwerte 6.1.4
- Inbetriebsetzungsprüfung 7.2.3.5
- Instandhaltung 7
- Instandsetzung 7.1
- , Buchführung 7.1.2
  - , Durchführung 7.1.1
  - , Prüfung nach 7.2.4.3
- Jod: siehe radioaktives (gasförmiges) Jod
- Kalibrierung 7.2.3.3
- einer Meßanordnung der Strahlungsüberwachung 2.11 (Begriff)
  - , Überprüfung der 7.2.3.3 (7), (8); Tab. 7-1

**Kohlenstoff 14 (Fortluft) 3.8**

- , Alternativverfahren 3.8 (2)
- , Nachweisgrenze 3.8 (1)

**Kontinuierliche Messung**

- , (Abwasser)
- , -, geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe) 5.2.2
- , -, offene sekundäre Kühlsysteme 5.2.1
- , -, radioaktiv kontaminiertes Abwasser 5.1.4
- , (Fortluft) bei Störfällen
- , -, radioaktive Edelgase 4.2.1
- , -, Tritium (Schwerwassereaktoren) 4.5
- , (Fortluft) im bestimmungsgemäßen Betrieb
- , -, radioaktive Aerosole 3.3.1
- , -, radioaktive Edelgase 3.2.1
- , -, radioaktives (gasförmiges) Jod 3.4.1
- , -, Tritium (Schwerwasserreaktoren) 3.5.2

**Kühlkreis 2.12 (Begriff)**

- , geschlossener 2.13 (Begriff)
- , offener 2.14 (Begriff)
- , primärer 2.15 (Begriff)

**Kühlsystem, sekundäres 2.16 (Begriff)**

Kühlwasser: siehe offene sekundäre Kühlsysteme bzw. geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe)

**Mängelbeseitigung 7.3****Meldung von Grenzwerten 6.1.4 (2), (3)****Meßbereich**

- , (Abwasser) integrale Messung
- , -, Entscheidungsmessungen (radioaktiv kontaminiertes Abwasser) 5.1.3 (3)
- , -, geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe) 5.2.2 (7)
- , -, offene sekundäre Kühlsysteme 5.2.1 (9)
- , -, radioaktiv kontaminiertes Abwasser (Entscheidungsmessungen) 5.1.3 (3)
- , (Abwasser) kontinuierliche Messung
- , -, geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe) 5.2.2 (4)
- , -, offene sekundäre Kühlsysteme 5.2.1 (3)
- , -, radioaktiv kontaminiertes Abwasser 5.1.4 (3)
- , (Fortluft) kontinuierliche Messung bei Störfällen
- , -, radioaktive Edelgase 4.2.1 (4), (5)
- , -, Tritium (Schwerwasserreaktoren) 4.5 (5), (6)
- , (Fortluft) kontinuierliche Messung im bestimmungsgemäßen Betrieb
- , -, radioaktive Edelgase 3.2.1 (4)
- , -, Tritium (Schwerwassereaktoren) 3.5.2 (2), (3)

**Meßbereichsfaktor 2.17 (Begriff)****Meßergebnisse 8**

- , Berichterstattung an die Behörden 8.2
- , Dokumentation 8.1

**Meßmedium 2.18 (Begriff)****Meßmediumsbedingungen 6.1.1 (1); Tab. 6-1****Meßobjekte (Fortluft)**

- , bei Störfällen 4.1 (1)
- , im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.1 (1)

**Meßwertänderungen**

- , zulässige bei Variation von Einflußgrößen 6.1.1 (2)-(4); Tab. 6-1

**Meßwertanzeige und Registrierung 6.1.5****Mischprobe 2.19 (Begriff)****Nachweis der Eignung 7.2.3.2****Nachweisgrenze**

- , (Abwasser) Bilanzierung
- , -, Alphastrahler 5.1.5.3 (1)
- , -, Gammastrahler 5.1.5.1 (1)
- , -, radioaktives Strontium 5.1.5.2
- , -, Tritium 5.1.5.4 (3)
- , (Abwasser) kontinuierliche Messung
- , -, geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe) 5.2.2 (5)
- , -, offene sekundäre Kühlsysteme 5.2.1 (4)
- , -, radioaktiv kontaminiertes Abwasser 5.1.4 (4)
- , (Begriff) 2.20.1
- , Definition 2.20.3
- , (Fortluft) Bilanzierung
- , -, Alphastrahler 3.7 (3)
- , -, Kohlenstoff 14 3.8 (1)
- , -, radioaktive Aerosole 3.3.2 (5)
- , -, radioaktive Edelgase 3.2.2 (3)
- , -, radioaktives (gasförmiges) Jod 3.4.2 (7) bzw. (14)
- , -, radioaktives Strontium 3.6 (3)
- , -, Tritium (Leichtwasserreaktoren) 3.5.1 (3) bzw. (9)
- , (Fortluft) kontinuierliche Messung bei Störfällen
- , -, radioaktive Edelgase 4.2.1 (4)
- , -, Tritium (Schwerwasserreaktoren) 4.5 (5)
- , (Fortluft) kontinuierliche Messung im bestimmungsgemäßen Betrieb
- , -, radioaktive Edelgase (Beta-Messung) 3.2.1 (3)
- , -, radioaktive Edelgase (nuklidspezifisch) 3.2.2 (8)
- , -, Tritium (Schwerwasserreaktoren) 3.5.2 (3)
- , Zahlenwerte des Faktors für die statistische Sicherheit 6.1.3 (2)

**Nenngebrauchsbereiche für Einflußgrößen Tab. 6-1****Nicht zentral erfaßte Emissionen 3.10**

- , Allgemeines 3.10.1
- , Überwachung 3.10.2

**Offene sekundäre Kühlsysteme 5.2.1; Tab. 5-4**

- , integrale Gamma-Meßeinrichtung
- , -, Maßnahmen bei Grenzwertüberschreitung 5.2.1 (10), (11)
- , -, Meßbereich 5.2.1 (9)
- , kontinuierliche Meßeinrichtung
- , -, Ersatzmaßnahmen 5.2.1 (1), (2)
- , -, Forderung 5.2.1 (1)
- , -, Grenzwert 5.2.1 (5)
- , -, Maßnahmen bei Ausfall 5.2.1 (8)
- , -, Maßnahmen bei Grenzwertüberschreitung 5.2.1 (11)
- , -, Meßbereich 5.2.1 (3)
- , -, Nachweisgrenze 5.2.1 (4)
- , -, Probeentnahmen 5.2.1 (2), (6)-(8)

**Probe, repräsentative 2.21 (Begriff)****Probeentnahme**

- , (Abwasser)
- , -, geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe) 5.2.2 (2), (3), (8), (9)
- , -, offene sekundäre Kühlsysteme 5.2.1 (2), (6)-(8)
- , -, radioaktiv kontaminiertes Abwasser 5.1.2
- , (Fortluft) bei Störfällen 4.6
- , -, allgemeine Anforderungen an die Ausführung des Systems 4.6.2 (2), (6)
- , -, Ausführung der Filterkomponenten 4.6.2 (5)
- , -, Repräsentativität 4.6.2 (1)
- , -, Strahlenschutz und Probeentnahmeorte 4.6.1

- , (Fortluft) im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.9
- , -, allgemeine Anforderungen an die Ausführung des Systems 3.9 (3), (9)
- , -, Ausführung der Filterkomponenten 3.9 (5)
- , -, Bestimmung des Gesamtverlustfaktors 3.9 (7)
- , -, Repräsentativität 3.9 (1), (6)

#### Prüfbarkeit 6.1.6

Prüfhäufigkeit bei regelmäßig wiederkehrenden Prüfungen Tab. 7-1

Prüfliste 7.2.1

Prüfnachweis 7.2.2

Prüfungen 7.2

- , erstmalige 7.2.3
- , Inbetriebsetzungsprüfungen 7.2.3.5
- , Kalibrierung 7.2.3.3
  - nach einer Instandsetzung 7.2.4.3
- , Nachweis der Eignung 7.2.3.2
- , regelmäßig wiederkehrende 7.2.4.2; Tab. 7-1
  - , -, Prüf Fristen Tab. 7-1
  - , -, Prüfmethode Tab. 7-1
  - , -, Prüfobjekte Tab. 7-1
- , Überprüfung der Kalibrierung 7.2.3.3 (7), (8); Tab. 7-1
- , Werkprüfung 7.2.3.4
- , wiederkehrende 7.2.4; Tab. 7-1

#### Radioaktive Aerosole

- , Bilanzierung bei Störfällen 4.3
  - , -, Häufigkeit 4.3 (1)
- , Bilanzierung im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.3.2; Tab. 3-2
  - , -, Häufigkeit 3.3.2 (2), (4)
  - , -, Nachweisgrenze 3.3.2 (5)
  - , -, zu überwachende Nuklide Tab. 3-2
- , kontinuierliche Messung 3.3.1
  - , -, Maßnahmen bei Ausfall 3.3.1 (4)
  - , -, Nachweisanforderungen 3.3.1 (2), (3)
  - , -, Notwendigkeit 3.3.1 (5)

#### Radioaktive Edelgase

- , Bilanzierung bei Störfällen 4.2.2
  - , -, Häufigkeit 4.2.2 (2)
  - , -, kontinuierliche nuklidspezifische Messung 4.2.2 (4)
- , Bilanzierung im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.2.2; Tab. 3-1
  - , -, Häufigkeit 3.2.2 (2), (6)
  - , -, kontinuierliche nuklidspezifische Messung 3.2.2 (8)
  - , -, Krypton 85 3.2.2 (5)
  - , -, Nachweisgrenze 3.2.2 (3)
  - , -, zu überwachende Nuklide Tab. 3-1
- , kontinuierliche Messung bei Störfällen 4.2.1
  - , -, Meßbereich 4.2.1 (5)
  - , -, Meßverfahren 4.2.1 (1), (2)
  - , -, Nachweisgrenze 4.2.1 (4)
  - , -, Vorfilter 4.2.1 (3)
- , kontinuierliche Messung im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.2.1
  - , -, Maßnahmen bei Anstehen des oberen Grenzwertes 3.2.2 (6); 3.3.2 (5); 3.4.2 (6) bzw. (13)
  - , -, Maßnahmen bei Ausfall der Meßstelle 3.2.1 (5)
  - , -, Meßbereich 3.2.1 (4)
  - , -, Meßverfahren 3.2.1 (1)
  - , -, Nachweisgrenze 3.2.1 (3)
  - , -, Vorfilter 3.2.1 (2)

#### Radioaktives (gasförmiges) Jod

- , Bilanzierung bei Störfällen 4.4
  - , -, Häufigkeit 4.4 (1)
  - , -, Vorfilter 4.4.3

- , Bilanzierung im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.4.2
  - , -, Alternativverfahren 3.4.2 (9) - (14)
  - , -, Häufigkeit 3.4.2 (4), (6)
  - , -, Nachweisgrenze 3.4.2 (7) bzw. (14)
  - , -, Vorfilter 3.4.2 (3)
- , kontinuierliche Messung 3.4.1
  - , -, Nachweisanforderungen 3.4.1 (2), (3)
  - , -, Notwendigkeit 3.4.1 (6), (7)
  - , -, Vorfilter 3.4.1 (4)

#### Radioaktives Strontium

- , (Abwasser) Bilanzierung 5.1.5.2
- , (Fortluft) Bilanzierung bei Störfällen 4.3 (4)
- , (Fortluft) Bilanzierung im bestimmungsgemäßen Betrieb 3.6
  - , -, Nachweisgrenze 3.6 (3)
  - , -, Notwendigkeit 3.6 (4)

#### Radioaktiv kontaminiertes Abwasser 5.1; Tab. 5-3

- , Ableitung 5.1.4
- , Bilanzierung 5.1.5
  - , -, Alphastrahler 5.1.5.3; Tab. 5-2
  - , -, Berücksichtigung des Sammelzeitraumes 5.1.5.6
  - , -, Gammastrahler 5.1.5.1; Tab. 5-1
  - , -, radioaktives Strontium 5.1.5.2
  - , -, sonstige Radionuklide 5.1.5.5
  - , -, Tritium 5.1.5.4
- , Gamma- Meßeinrichtung nach Übergabebehälter Tab. 5-3
  - , -, Maßnahmen bei Grenzwertüberschreitung 5.1.4 (2)
  - , -, Meßbereich 5.1.4 (3)
  - , -, Nachweisgrenze 5.1.4 (4)
  - , -, Entscheidungsmessung 5.1.3
  - , -, Meßbereiche 5.1.3 (3)
  - , -, Probeentnahme 5.1.2
  - , -, Überwachung Tab. 5-3

#### Regelmäßig wiederkehrende Prüfungen 7.2.4.2; Tab. 7-1

- , Prüf Fristen Tab. 7-1
- , Prüfmethode Tab. 7-1
- , Prüfobjekte Tab. 7-1

#### Registrierung der Meßwerte 6.1.5

Repräsentative Probe 2.21 (Begriff)

Rohrfaktor 2.22 (Begriff)

Sammelprobe 2.23 (Begriff)

Statistische Sicherheit: siehe Faktoren für die statistische Sicherheit

Störfall 2.24 (Begriff)

Störfallfestigkeit 6.2.1

Strahlenschutz und Probeentnahmeorte bei Störfällen 4.6.1

Stromversorgung 6.1.2 (2); 6.2.2

Strontium: siehe radioaktives Strontium

#### Tritium

- , (Abwasser) Bilanzierung 5.1.5.4
- , (Fortluft) Bilanzierung bei Störfällen
  - , -, Leichtwasserreaktoren mit zusätzlichen Schwerwassertanks 4.5 (1)
  - , -, Schwerwasserreaktoren 4.5
- , (Fortluft) Bilanzierung im bestimmungsgemäßen Betrieb
  - , -, Leichtwasserreaktoren 3.5.1
    - , -, -, Alternativverfahren 3.5.1 (6)-(9)
    - , -, -, Molekularsiebe 3.5.1 (5)
    - , -, -, Nachweisgrenze 3.5.1 (3) bzw. (9)
  - , -, Leichtwasserreaktoren mit zusätzlichen Schwerwassertanks 3.5.1 (10)

- , - , Schwerwasserreaktoren 3.5.2
- , (Fortluft) kontinuierliche Messung bei Störfällen (Schwerwasserreaktoren)
- , - , Meßbereich 4.5 (5), (6)
- , - , Nachweisgrenze 4.5 (5)
- , - , Vorfilter 4.5 (3)
- , (Fortluft) kontinuierliche Messung im bestimmungsgemäßen Betrieb (Schwerwasserreaktoren)
- , - , Meßbereich 3.5.2 (2)
- , - , Nachweisgrenze 3.5.2 (3)
- , - , Vorfilter 3.5.2 (4)

#### Überwachung 2.25 (Begriff)

##### Überwachungseinrichtungen, festinstallierte

- , allgemeine Anforderungen 6.1
- , Ausfallsicherheit 6.1.2
- , Auslegung 6.1.1
- , Bezugswerte für Einflußgrößen Tab. 6.1
- , Grenzwerte 6.1.4
- , Meßwertanzeige 6.1.5
- , Nenngebrauchsbereiche Tab. 6-1

- , Prüfbarkeit 6.1.6
- , Registrierung der Meßwerte 6.1.5
- , Störfallfestigkeit 6.2.1
- , Stromversorgung 6.1.2 (1); 6.2.2
- , Unterbringung 6.1.1 (7), (8)
- , zulässige Meßwertänderung bei Variation von Einflußgrößen 6.1.1 (2)-(4); Tab. 6-1

#### Wartung 7.1

- , Buchführung 7.1.2
- , Durchführung 7.1.1

#### Wiederkehrende Prüfungen 7.2.4; Tab. 7-1

- , Allgemeines 7.2.4.1
- nach einer Instandsetzung 7.2.4.3
- , regelmäßig wiederkehrende 7.2.4.2; Tab. 7-1
- , - , Prüffristen Tab. 7-1
- , - , Prüfmethode Tab. 7-1
- , - , Prüfobjekte Tab. 7-1

**Zwischenkühlkreisläufe:** siehe geschlossene sekundäre Kühlsysteme (Zwischenkühlkreisläufe)