



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Nuklearsicherheitsinspektorat ENSI
Inspection fédérale de la sécurité nucléaire IFSN
Ispettorato federale della sicurezza nucleare IFSN
Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate ENSI



Anlageninterner Strahlenschutz

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G12

Ausgabe September 2021 (gültig ab 1. November 2021)

Anlageninterner Strahlenschutz

Ausgabe September 2021 (gültig ab 1. November 2021)

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G12/deutsch (Original)

Inhalt

Richtlinie für die schweizerischen Kernanlagen

ENSI-G12/deutsch (Original)

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 2 | Rechtliche Grundlagen | 1 |
| 3 | Gegenstand und Geltungsbereich | 1 |
| 4 | Allgemeine Anforderungen | 2 |
| 4.1 | Schutzzielefunktionen des Strahlenschutzes | 2 |
| 4.2 | Strahlenschutzgrundsätze | 2 |
| 4.3 | Allgemeine Anforderungen an Strahlenschutzmassnahmen | 3 |
| 4.4 | Das radiologische Zonenkonzept | 4 |
| 4.5 | Strahlenschutzplanung | 7 |
| 5 | Begrenzung und Optimierung der Aktivitätsinventare | 8 |
| 5.1 | Verhinderung unerwünschter Aktivierungen | 8 |
| 5.2 | Aktivitätsinventare in Systemen und Komponenten | 9 |
| 5.3 | Aktivitätsinventare in Räumen der kontrollierten Zonen | 10 |
| 6 | Einschluss radioaktiver Stoffe in kontrollierten Zonen | 13 |
| 6.1 | Allgemeine Anforderungen | 13 |
| 6.2 | Aussengrenze der kontrollierten Zonen | 14 |
| 6.3 | Kontaminationsbarrieren zwischen Räumen oder Bereichen | 16 |
| 6.4 | Barrierefunktionen der Lüftungsanlagen der kontrollierten Zonen | 17 |
| 6.5 | Abwassersysteme der kontrollierten Zonen | 18 |
| 6.6 | Radioaktive Systeme und Komponenten | 20 |
| 6.7 | Nicht radioaktive Systeme | 21 |
| 7 | Begrenzung und Optimierung der externen Strahlenexposition | 22 |
| 7.1 | Ortsbezogene Schutzmassnahmen | 22 |
| 7.2 | Arbeitsspezifische und personenbezogene Schutzmassnahmen | 24 |
| 8 | Vermeidung von Inkorporationen und Personenkontaminationen | 25 |
| 8.1 | Massnahmen bei Inkorporations- oder Kontaminationsgefahr | 25 |
| 8.2 | Überwachungsmassnahmen | 26 |

| | | |
|------------------|---|-----------|
| 8.3 | Vorgehen bei Personenkontamination oder Inkorporation | 27 |
| Anhang 1: | Begriffe (gemäss ENSI-Glossar) | 29 |
| Anhang 2: | Ein- und Ausgänge zur kontrollierten Zone | 31 |

1 Einleitung

Das Eidgenössische Nuklearsicherheitsinspektorat (ENSI) ist die Aufsichtsbehörde für die nukleare Sicherheit und Sicherung der Kernanlagen in der Schweiz. In seiner Eigenschaft als Aufsichtsbehörde oder gestützt auf einen Auftrag in einer Verordnung erlässt es Richtlinien. Richtlinien sind Vollzugshilfen, die rechtliche Anforderungen konkretisieren und eine einheitliche Vollzugspraxis erleichtern. Sie konkretisieren zudem den aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Das ENSI kann im Einzelfall Abweichungen zulassen, wenn die vorgeschlagene Lösung in Bezug auf die nukleare Sicherheit und Sicherung mindestens gleichwertig ist.

2 Rechtliche Grundlagen

Diese Richtlinie stützt sich auf Art. 12 Abs. 4 der Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017 (StSV; SR 814.501), Art. 15 Abs. 2 und Art. 25 Abs. 7 der Verordnung über den Umgang mit radioaktivem Material vom 26. April 2017 (UraM; SR 814.554) sowie Art. 70 Abs. 1 Bst. a des Kernenergiegesetzes vom 21. März 2003 (KEG; SR 732.1).

3 Gegenstand und Geltungsbereich

Die vorliegende Richtlinie ENSI-G12 definiert Schutzzielefunktionen für den Strahlenschutz innerhalb des überwachten Betriebsareals in allen Betriebs- und Stillleistungsphasen und gilt im Aufsichtsbereich des ENSI für die Kernanlagen. Sie gilt zudem im Aufsichtsbereich des BAG oder der Suva für einzelne Betriebe, wenn sie oder Teile davon in deren Bewilligung als anwendbar erklärt werden.

In Kapitel 4 werden die Schutzzielefunktionen des Strahlenschutzes auf den Sicherheitsebenen 1 und 2, die Umsetzung der Strahlenschutzgrundsätze sowie die schutzzielübergreifenden Strahlenschutzmassnahmen festgelegt. Die Kapitel 5 bis 8 beschreiben die für die jeweilige Schutzzielefunktion spezifischen Strahlenschutz- sowie Überwachungsmassnahmen als Präzisierung des Strahlenschutzregelwerks.

Die in dieser Richtlinie beschriebenen Regelungen im Strahlenschutz umfassen keine störfallspezifischen Massnahmen. Diese werden von der Richtlinie ENSI-B12 abgedeckt.

Zudem enthält die Richtlinie ENSI-G12 Anforderungen an Überwachungsmassnahmen, welche für die Kontrolle der Wirkung von Strahlenschutzmassnahmen

oder zur Auslösung von Strahlenschutzmassnahmen notwendig sind, soweit diese nicht Gegenstand der Richtlinien ENSI-G13, ENSI-B04 oder ENSI-B09 sind.

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Schutzzielefunktionen des Strahlenschutzes

Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen sind zu ergreifen, um im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen innerhalb des überwachten Betriebsareals folgende Schutzzielefunktionen sicherzustellen:

- a. Begrenzung und Optimierung der Aktivitätsinventare
- b. Einschluss radioaktiver Stoffe in kontrollierten Zonen
- c. Begrenzung und Optimierung der externen Strahlenexposition
- d. Vermeidung von Inkorporation und Personenkontamination

4.2 Strahlenschutzgrundsätze

4.2.1 Rechtfertigung

- a. Bei jeder strahlenschutzrelevanten Tätigkeit, jedem Anlagenneubau, -umbau, -rückbau oder jeder Betriebsvorgabenänderung ist im Planungsprozess zu überprüfen, ob diese durch eine Bewilligung, Stilllegungsverfügung oder Freigabe abgedeckt und somit gemäss Art. 3 StSV gerechtfertigt ist.
- b. Falls keine Grundlage gemäss Bst. a. vorliegt, ist eine Bewilligung nach Art. 12 StSV oder eine Freigabe nach Art. 40 KEV erforderlich. Im Bewilligungsgesuch beziehungsweise im Freigabeantrag ist darzulegen, dass die mit der Tätigkeit oder Anlagenbetrieb verbundenen radiologischen Auswirkungen durch die damit verbundenen Vorteile gerechtfertigt sind.

4.2.2 Begrenzung

- a. Die Dosisgrenzwerte gemäss Art. 56 Abs. 1 bis 3 und 57 StSV gelten auch für beruflich strahlenexponierte Personen, die im Auftrag eines schweizerischen Arbeitgebers im Ausland tätig werden.
- b. Für das beruflich strahlenexponierte Eigenpersonal sind sinngemäss zu Art. 7 Abs. 1 und 2 StSV für jedes Kalenderjahr Richtwerte für die Individualdosen festzulegen, sogenannte Jahresdosisplanungsziele.

- c. Vor dem Einsatz von beruflich strahlenexponiertem Fremdpersonal in der kontrollierten Zone sind für dieses von der entsendenden Firma ein Dosiskontingent und die im Kalenderjahr akkumulierte Vordosis anzufordern.
- d. Es ist ein Verfahren festzulegen, um die Einhaltung der Jahresdosisplanungsziele beziehungsweise der Dosiskontingente nach Bst. b und c kontrollieren zu können.
- e. Bei absehbarer Überschreitung von Jahresdosisplanungszielen ist eine Überprüfung der Planungen, der Massnahmen und der Arbeitsweise sowie unter Umständen eine Überarbeitung der Jahresdosisplanungsziele zu veranlassen.
- f. Für einzelne Tätigkeiten, die einer Strahlenschutzplanung gemäss Kap. 4.5 bedürfen, sind Jobdosisplanungsziele festzulegen, deren Einhaltung durch geeignete Massnahmen kontrolliert werden muss.
- g. Gemäss Art. 56 Abs. 2 StSV kann das ENSI in Ausnahmefällen einem individuellen Dosisgrenzwert bis 50 mSv pro Jahr zustimmen. Dafür ist aufzuzeigen, dass die folgenden Anforderungen erfüllt werden:
 - 1. Der Optimierungsgrundsatz ist berücksichtigt.
 - 2. Es handelt sich um Tätigkeiten an sicherheitstechnisch bedeutsamen Einrichtungen zur Überprüfung oder Rückführung in einen auslegungskonformen Zustand.

4.2.3 Optimierung

- a. Für jede Anlagenänderung, Tätigkeit und Einzelhandlung sind in der Planungsphase Möglichkeiten zur Reduzierung der radiologischen Auswirkungen zu überprüfen und soweit angemessen umzusetzen.
- b. Als radiologische Auswirkungen sind, unter Berücksichtigung von möglichen Abweichungen vom geplanten Normalbetrieb oder Arbeitsablauf, folgende Werte abzuschätzen und als Planungsziele festzulegen:
 - 1. Kollektivdosis
 - 2. Individualdosen
 - 3. anfallende Menge an radioaktiven Abfällen

4.3 Allgemeine Anforderungen an Strahlenschutzmassnahmen

- a. Bei allen Strahlenschutzmassnahmen ist deren Auswirkung auf die nukleare Sicherheit, eingeschlossen die Sicherung und den Brandschutz, sowie die konventionelle Arbeitssicherheit und den Umweltschutz zu berücksichtigen.

- b. Die für die Erfüllung der Schutzzielfunktionen grundlegenden Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen sind in einem Strahlenschutzkonzept gemäss Richtlinie ENSI-G09 darzulegen. Hierzu gehören:
 1. ein Konzept zur Begrenzung und Optimierung der Aktivitäten und Kontaminationen
 2. ein radiologisches Zonenkonzept einschliesslich Barrierenkonzept
 3. ein Abschirmungs- und ein Schliesskonzept zur Begrenzung und Optimierung der externen Strahlenexposition
 4. ein Konzept zum Schutz gegen Inkorporation und Personenkontamination
 5. Überwachungskonzepte
- c. Eine Priorisierung der Strahlenschutzmassnahmen ist in der Planung beziehungsweise Vorbereitung wie folgt vorzunehmen:
 1. substituierende Massnahmen
 2. generische bauliche und technische Massnahmen
 3. generische organisatorische und administrative Massnahmen
 4. operationelle oder jobspezifische technische Massnahmen
 5. operationelle oder jobspezifische administrative Massnahmen
 6. persönliche Massnahmen
- d. Die Wirksamkeit von Strahlenschutzmassnahmen ist in Abhängigkeit des Potenzials zur Dosisreduktion und der Störungsanfälligkeit zu überwachen.

4.4 Das radiologische Zonenkonzept

- a. Das für Kernanlagen gemäss Kap. 4.3 Bst. b Ziff. 2 geforderte radiologische Zonenkonzept muss insbesondere die Anforderungen der Kap. 4.4.1 bis 4.4.3 berücksichtigen.
- b. Das radiologische Zonenkonzept ist bei Anlagen- oder Nutzungsänderungen, temporären Tätigkeiten und bei der Stilllegung zu überprüfen, bei Bedarf anzupassen und gemäss Anhang 4 der Kernenergieverordnung vom 10. Dezember 2004 (KEV; SR 732.11) und den Richtlinien ENSI-G09, ENSI-B03 und ENSI-A04 dem ENSI vorzulegen.

4.4.1 Das überwachte Betriebsareal

Kontrollierte Zonen müssen innerhalb eines überwachten Betriebsareals liegen, falls mindestens eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

- a. Die Zutritts- und Austrittskontrolle zum überwachten Betriebsareal übernimmt einen Teil der Kontrollfunktionen beim Zutritt zu und Austritt aus kontrollierten Zonen.
- b. Die Ortsdosisleistungsrichtwerte für die Umgebung ausserhalb der kontrollierten Zonen, das heisst ohne Aufenthaltszeitbeschränkung, liegen bei 0,1 μSv pro Stunde oder höher; bei Orten ohne Daueraufenthalt 0,5 μSv pro Stunde oder höher.
- c. Durch Freisetzen radioaktiver Stoffe können die Immissionsgrenzwerte überschritten werden.

4.4.2 Kontrollierte Zonen

- a. Falls die nach Art. 80 und 85 StSV als Kontroll- und Überwachungsbereiche bezeichneten Gebäude, Räume und Bereich in den Kernanlagen als kontrollierte Zonen bezeichnet werden, ist auf eine konsistente Verwendung des Begriffs in allen Betriebsdokumenten und Kennzeichnungen zu achten.
- b. Gebäude, Räume oder Bereiche, in denen Personen eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv pro Kalenderjahr akkumulieren können, sind als kontrollierte Zonen zu bezeichnen und einzurichten. Ausserdem sind permanente oder temporäre kontrollierte Zonen einzurichten, wenn
 1. an fest eingerichteten Arbeitsplätzen die Ortsdosisleistung dauerhaft über 0,5 μSv pro Stunde liegen kann oder
 2. an fest eingerichteten Arbeitsplätzen mit zeitlich variierenden Ortsdosisleistungen die über die Wochenarbeitszeit summierte Ortsdosis über 0,02 mSv liegen kann oder
 3. an Orten ohne fest eingerichtete Arbeitsplätze dauerhaft die Ortsdosisleistung über 2,5 μSv pro Stunde liegen kann oder
 4. die Luftkontamination über 1/20 des Richtwerts CA nach Spalte 11 Anhang 3 StSV liegen kann oder
 5. die Oberflächenkontamination über dem Richtwert CS nach Spalte 12 Anhang 3 StSV liegen kann oder
 6. mit offenen radioaktiven Materialien mit einer Summenaktivität von mehr als einer Bewilligungsgrenze umgegangen wird oder
 7. Anlagen zur Erzeugung von ionisierender Strahlung ohne Voll- oder Teilschutzeinrichtung betrieben werden oder
 8. dies vom ENSI aus organisatorischen oder übergeordneten Gründen verlangt wird.

- c. Der Zutritt zu kontrollierten Zonen ist auf Personen zu beschränken, die
 - 1. als beruflich strahlenexponierte Personen gemäss Art. 51 StSV eingestuft sind oder
 - 2. sich als beruflich tätige Personen aus der Bevölkerung oder als Besucher in Begleitung einer befugten Person und mit zusätzlichen Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen gemäss Kap. 6.1 und 6.2 der Richtlinie ENSI-B09 innerhalb von kontrollierten Zonen aufhalten dürfen.

4.4.2.1 Unterteilung der kontrollierten Zonen in Zonentypen

- a. Bei der Einteilung in Zonentypen gemäss Art. 82 Abs. 1 und Ziff. 1 Anhang 10 StSV sind zudem aufgrund der Betriebserfahrung mögliche Kontaminationen aus Freisetzungen radioaktiver Stoffe im Normalbetrieb zu berücksichtigen.
- b. Die Einteilung als Zonentyp 0 ist gestützt auf Anhang 10 StSV nur in Räumen oder Bereichen zulässig, in denen ausschliesslich mit geschlossenen radioaktiven Materialien umgegangen wird oder Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung betrieben werden.
- c. Für die Festlegung des Zonentyps ist neben der Luftkontamination gemäss Art. 84 Abs. 3 StSV die übertragbare Oberflächenkontamination ausschlaggebend. Die fixierte Kontamination muss nicht berücksichtigt werden, falls sich diese während der Beanspruchung oder aufgrund geänderter Umgebungsbedingungen nicht lösen kann.
- d. Die Zoneneinstufung ist durch regelmässige Kontaminationskontrollen zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen.

4.4.2.2 Unterteilung von kontrollierten Zonen in Gebietstypen

- a. In Räumen und Bereichen der kontrollierten Zonen mit Ortsdosisleistungen von im zeitlichen Mittel über $2,5 \mu\text{Sv}$ pro Stunde an zugänglichen Orten sind die Personendosen zu planen, zu kontrollieren und gegebenenfalls zu optimieren.
- b. Räume und Bereiche gemäss Bst. a sind unter Berücksichtigung der im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen maximal zu erwartenden Ortsdosisleistungen den Gebietstypen gemäss Anhang 10 StSV zuzuordnen.

4.4.2.3 Unterteilung von kontrollierten Zonen in Arbeitsbereichstypen

Bei arbeitstäglichem Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen mit Aktivitäten grösser 10 000 LA sind Arbeitsbereiche Typ A gemäss Art. 81 Abs. 2 Bst. c StSV mit Unterdruckzellen einzurichten.

4.4.3 Zu- und Ausgänge

- a. Die unbefugte oder unabsichtliche Mitnahme von radioaktiven Materialien aus den Kernanlagen ist durch geeignete Massnahmen zu verhindern. Zu diesem Zweck sind an den Personenausgängen und Fahrzeugtoren der kontrollierten Zonen Messeinrichtungen zur Detektion mitgeführter radioaktiver Materialien mit mehr als dem 100 000-fachen der LA zu installieren. Alternativ sind andere organisatorische Massnahmen betriebsintern zu regeln. Für Kernkraftwerke ist zusätzlich die Detektion an den Fahrzeugschleusen des Sicherungsareals vorzusehen. Die Alarmierung der Betriebswache ist bei einer Überschreitung der Erkennungsgrenzen sicherzustellen.
- b. Die Zugänge zu kontrollierten Zonen und die Übergänge zu Zonen- und Arbeitsbereichstypen mit höheren Strahlenschutzanforderungen sind zu kennzeichnen und geeignete Hinweise auf die radiologischen Gefahren anzubringen. Die Anforderungen gemäss Art. 80 Abs. 5 StSV sind einzuhalten und insbesondere Anhang 8 StSV, soweit anwendbar, zu beachten.
- c. Die Ausgänge aus den kontrollierten Zonen sind zu kennzeichnen, insbesondere Notausgänge sowie Zonenübergänge von höheren zu tieferen Zonentypen.
- d. Die kontrollierten Zonen sind gegen unbefugten Zutritt zu schützen:
 1. Permanente Ein- und Ausgänge sind mit einem Zutrittskontrollsystem auszurüsten.
 2. Für temporäre Ein- und Ausgänge sind technische und organisatorische Massnahmen vorzusehen.

4.5 Strahlenschutzplanung

- a. Im Strahlenschutzreglement ist ein Prozess zur Strahlenschutzplanung zu beschreiben oder es ist auf eine Prozessbeschreibung an anderer Stelle zu verweisen. Dieser Prozess ist im Managementsystem so zu verankern, dass alle geplanten Tätigkeiten und Änderungen mit möglichen radiologischen Auswirkungen durch das zuständige Strahlenschutzpersonal überprüft werden. Die Prozessbeschreibung ist freigabepflichtig.

- b. Im Prozess sind die Form, der Umfang sowie der Detaillierungsgrad der Strahlenschutzplanung gemäss betrieblich vorgegebenen Kriterien festzulegen.
- c. In der Strahlenschutzplanung sind Dosisplanungsziele, davon abgeleitete Interventionsschwellen sowie Schutz- und Überwachungsmassnahmen vorzugeben.
- d. Im Prozess ist auch festzulegen, wie durch Erfahrungsrückfluss, insbesondere bei Änderungen der Planungsvorgaben sowie bei Überschreiten von Interventionsschwellen, die Strahlenschutzplanung dynamisch angepasst wird. Zudem ist festzulegen, wie der Erfahrungsrückfluss für zukünftige Projekte dokumentiert und genutzt wird.

5 Begrenzung und Optimierung der Aktivitätsinventare

5.1 Verhinderung unerwünschter Aktivierungen

5.1.1 Materialwahl und betriebliche Fahrweise

- a. Die Entstehung von ungünstigen Aktivierungsprodukten ist durch eine angemessene Materialwahl bei der Auslegung sowie durch eine optimierte Fahrweise im Betrieb, soweit sicherheitstechnisch machbar, zu begrenzen.
- b. Während des Betriebs von Kernkraftwerken
 1. sind im Primärkühlmittel chemische Zusätze mit Isotopen zu bevorzugen, deren Aktivierungsprodukte radiologisch das geringste Gefahrenpotenzial aufweisen,
 2. sind die wasserchemischen Parameter so zu wählen, dass die Konzentration an Korrosionsprodukten möglichst niedrig bleibt, und es
 3. sind die wasserchemischen Parameter mit geeigneten qualitätsgesicherten Verfahren zu überwachen.

5.1.2 Verhinderung von Fremdmaterialeintrag in Kreisläufe

- a. Es sind technische, organisatorische und personenbezogene Massnahmen vorzusehen, festzulegen sowie zu schulen, um den Eintrag von Fremdmaterial in sicherheitstechnisch relevante Kreisläufe zu vermeiden.

- b. Es sind Massnahmen zu treffen, um die Wirksamkeit der unter Bst. a geforderten Massnahmen angemessen zu überwachen.
- c. Beim Einbau von Brennelementen und anderen Komponenten ist sicherzustellen, dass keine losen Teile mit eingebracht werden und dass sich unter Betriebsbedingungen auch bei Berücksichtigung der Alterung keine Teile ablösen können.
- d. Geortete Fremdkörper sind zu bergen oder es ist nachzuweisen, dass deren Verbleiben im System strahlenschutztechnisch unbedenklich ist.

5.2 Aktivitätsinventare in Systemen und Komponenten

5.2.1 Vermeidung von Ablagerungen radioaktiver Stoffe

Systeme, Komponenten, mobile Ausrüstungen und Werkzeuge sind soweit möglich und angemessen so zu konstruieren und vorzubehandeln, dass sich radioaktive Partikel nicht ansammeln oder ablagern und die Oberflächen einfach dekontaminiert werden können. Ausgenommen sind Vorrichtungen, die zur Rückhaltung von radioaktiven Stoffen dienen.

5.2.2 Begrenzung und Reduktion des radioaktiven Inventars in Materialien

- a. Während der Betriebsphase ist das Inventar an radioaktiv kontaminierten oder aktivierten Materialien regelmässig zu kontrollieren und soweit angemessen zu dokumentieren.
- b. Die radioaktiven Verunreinigungen sind soweit möglich und angemessen aus den weiterverwendbaren Materialien zu eliminieren. Ausgenommen davon ist das Inventar an konditionierten radioaktiven Abfällen und bestrahlten Brennelementen.
- c. Die von den weiterverwendbaren Materialien gemäss Bst. b separierten radioaktiven Verunreinigungen sowie nicht weiterverwendbare radioaktive Materialien sind als radioaktive Abfälle zu behandeln.

5.2.3 Kontrolle, Begrenzung und Reduktion von Oberflächenkontaminationen

5.2.3.1 Kontaminationskontrolle

Zur Kontrolle der Oberflächenkontamination von Systemen und Komponenten, inklusive Werkzeuge und Behälter, sind regelmässig und situationsbedingt folgende Messgrössen zu bestimmen und zu dokumentieren:

- a. die Dosisleistung von punktuellen Ablagerungen (Hotspots) (vgl. Kap. 7.1.1 Bst. c)
- b. die Oberflächenkontamination beziehungsweise Dosisleistung grossflächiger Ablagerungen

5.2.3.2 Wasserchemische Fahrweise

- a. Während des Leistungsbetriebs von Kernkraftwerken ist pro Zyklus zu überprüfen, ob durch die Zugabe von geeigneten chemischen Stoffen die Kontamination von Systemen nachhaltig verringert werden kann. Die wasserchemische Fahrweise ist auf Basis der Prüfungsergebnisse angemessen anzupassen.
- b. Beim geplanten Abfahren eines Leistungsreaktors ist die wasserchemische Fahrweise so zu regeln, dass soweit möglich die abgelagerten radioaktiven Stoffe gelöst und mittels der Wasserreinigungsanlagen aus dem Primärkühlkreislauf entfernt werden.

5.2.3.3 Dekontamination

- a. Der Bedarf für Dekontaminationsmassnahmen ist im Rahmen der Strahlenschutzplanung, bei signifikanten Kontaminationsverschleppungen oder bei Dosisleistungserhöhungen zu ermitteln.
- b. In der Betriebsphase von Kernkraftwerken dürfen ausschliesslich Dekontaminationsverfahren angewendet werden, deren Wirkung auf Systeme sicherheitstechnisch unbedenklich ist.
- c. Der Einfluss der Verfahren auf mögliche Rekontaminationseigenschaften (Aktivitätsaufbau) der Oberflächen ist zu beachten.
- d. Als Vorbereitung für den Rückbau von kontaminierten Systemen sind Komponenten-, Teilsystem- oder Systemdekontaminationen durchzuführen. Abweichungen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten. Beim Verzicht auf Systemdekontaminationen sind kompensatorische Strahlenschutzmassnahmen darzulegen.

5.3 Aktivitätsinventare in Räumen der kontrollierten Zonen

5.3.1 Kontaminationen in der Raumluft

- a. Die Erzeugung und Ausbreitung luftgetragener radioaktiver Stoffe in den Zonentypen I bis IV sind mit den in Anhang 3 UraM geforderten Massnahmen zu vermeiden.

- b. Kontrollierte Zonen mit Zonentypen I bis IV sind an Lüftungstechnische Anlagen anzuschließen. Die Abluft aus Räumen ist über die Lüftungstechnische Anlage abzuführen. Die Auslegung der Lüftungstechnischen Anlagen haben die Anforderungen von Kap. 7.14 der Richtlinie ENSI-G02 zu erfüllen. Abweichungen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.
- c. Durch die Auslegung der Lüftungstechnischen Anlage ist zu gewährleisten, dass
 - 1. Luftkontaminationen in den Zonentypen I und II im arbeitstäglichen Mittel unter 1/10 CA begrenzt werden können und
 - 2. für Zonentyp III durch die Luftwechselrate die Einhaltung von 10 CA gemittelt über 1 Stunde gewährleistet wird.
- d. In Räumen der Zonentypen 0 bis II ist die Rückführung eines Teils der Abluft in die Zuluft zulässig. Bei den Zonentypen I und II ist hierbei eine permanente Überwachung der Luftkontamination vorzusehen, falls durch Betriebsstörungen der Luftkontaminationsrichtwert überschritten werden kann.
- e. In Räumen der Zonentypen III und IV ist die Rückführung eines Teils der gefilterten Abluft in die Zuluft oder Umluft, auch diejenige eines anderen Raums, nur in Ausnahmefällen gestattet. Eine solche Lösung ist zu begründen, strahlenschutztechnisch zu bewerten sowie im Aufsichtsbereich des ENSI freigabepflichtig.
- f. Die Abluft aus temporär abgetrennten Bereichen und temporär geöffneten Systemen mit Kontaminationspotenzial ist in das Abluftsystem der Anlagen einzuleiten. Ausnahmsweise darf die Abluft gefiltert in die Raumluft geleitet werden, wenn die folgenden Bedingungen kumulativ erfüllt sind:
 - 1. Die Filter sind so ausgelegt, dass die Konzentration nach dem Filter unter 1/10 CA liegt.
 - 2. Das Filtersystem ist sequenziell redundant ausgelegt.
 - 3. Die Abluft wird unmittelbar vor der Einleitung in den Raum radiologisch überwacht, sodass bei einem Ausfall der Filterfunktion mit vorsorglich getroffenen Massnahmen eine Überschreitung des Jahresdosisgrenzwerts für beruflich strahlenexponierte Personen verhindert werden kann.
- g. Die radiologische Überwachung der Raumluft in den kontrollierten Zonen ist abhängig vom potenziellen Auftreten einer unzulässigen Luftkontamination wie folgt sicherzustellen:
 - 1. während des Normalbetriebs kontinuierlich oder periodisch an repräsentativen Orten in der Anlage

2. während der Tätigkeiten an Arbeitsplätzen
 3. reaktiv nach Feststellung von ungeplanten Freisetzen
- h. Die Messverfahren sind festzulegen und die Ergebnisse der Kontaminationskontrollen sind zu protokollieren.

5.3.2 Kontaminationen auf den Raumboberflächen

- a. Die Oberflächen in Zonentypen I bis IV sind soweit technisch möglich und angemessen als leicht dekontaminierbare Oberflächen auszuführen.
- b. Die Zugänglichkeit zu den Oberflächen ist soweit möglich zu gewährleisten. Unzugängliche Stellen sind soweit möglich gegen das Eindringen und Ablagern von radioaktiven Stoffen zu schützen.
- c. Die anzuwendenden Messverfahren und deren Periodizität zur Oberflächenkontaminationskontrolle sind festzulegen und zu dokumentieren.
- d. Mit Ausnahme von Freimessungen kann auf die Bestimmung der festhaftenden Kontamination verzichtet werden, wenn eine Vor-Ort-Messung aufgrund zu hohen Untergrunds oder eine zerstörende Probenahme nicht möglich oder angemessen ist.
- e. Die Zuständigkeiten bei der Behandlung von festgestellten oder vermuteten Oberflächenkontaminationen, welche die geltenden Kontaminationsrichtwerte überschreiten, sind in einem Prozess festzuschreiben, der umzusetzen ist.
- f. Es sind geeignete Oberflächen-Dekontaminationsverfahren festzulegen. Die Anforderungen aus Kap. 5.2.3.3 sind sinngemäss zu beachten.

5.3.3 Materialien in den kontrollierten Zonen

- a. Es darf nur Material in die kontrollierten Zonen gebracht werden, welches dort Anwendung findet.
- b. In den kontrollierten Zonen anfallendes Material ist bezüglich folgender Aspekte zu separieren und in geeigneten Behältnissen zu sammeln:
 1. nach der zukünftigen Nutzung, das heisst in weiterverwendbare Materialien und in Abfälle gemäss Art. 108 StSV
 2. nach dem radiologischen Zustand, das heisst in radioaktive und in voraussichtlich dekontaminations- und befreiungsfähige Chargen
 3. nach anderen, nicht-radiologischen Gefährdungen
 4. nach dem Verbleib innerhalb oder ausserhalb der kontrollierten Zonen

- c. Die gemäss Bst. b gesammelten Materialien und Abfälle, die nicht in einer kontrollierten Zone verbleiben, sind zeitnah je nach den Bedingungen gemäss der zukünftigen Verwendung zu bearbeiten und aus den kontrollierten Zonen zu entfernen.
- d. Die gemäss Bst. b anfallenden Materialien, welche radioaktive Stoffe aufweisen, in den kontrollierten Zonen verbleiben und nicht sofort weiterverwendet werden, sind strahlenschutztechnisch sicher zu lagern.

6 Einschluss radioaktiver Stoffe in kontrollierten Zonen

Die Vorgaben des Kapitels 6 sind auf Bereiche, Räume und Gebäude anwendbar, die als Zonentypen I bis IV eingestuft wurden oder aufgrund von in der Zukunft erwartbaren radiologischen Zuständen eingestuft werden können.

6.1 Allgemeine Anforderungen

- a. Mittels Kontaminationsbarrieren in kontrollierten Zonen ist entweder der Einschluss offener radioaktiver Stoffe zu gewährleisten oder deren Freisetzung zu begrenzen und deren Abgabe zu kontrollieren.
- b. Die Anzahl und Robustheit der Kontaminationsbarrieren richten sich nach der radiologischen Auswirkung einer Freisetzung.
- c. Zum Einschluss der radioaktiven Stoffe im Kernbrennstoff während des Leistungsbetriebs von Kernkraftwerken ist das Barrierenkonzept gemäss Kap. 4.2 Bst. b der Richtlinie ENSI-G02 anzuwenden.
- d. Für sonstige radioaktive Stoffe in kontrollierten Zonen müssen im Normalbetrieb mindestens zwei Kontaminationsbarrieren gegenüber der Umwelt existieren. Mindestens eine Kontaminationsbarrieren ist als physische Umschliessung, als Barriere mit Rückhaltefunktion oder als automatisch schliessende Installationen auszuführen.
- e. Bei Anlageänderungen ist das Zwei-Barrieren-Kriterium gemäss Bst. c während der dafür notwendigen Tätigkeiten sowie bei der Inbetriebsetzung aufrechtzuhalten.
- f. Die Funktionalität der Kontaminationsbarrieren ist während des Betriebs, bei Anlagenänderungen sowie im Rückbau zu überwachen und instand zu halten.

- g. Ausnahmen von den Anforderungen gemäss Bst. a bis f sind freigabepflichtig. Die folgenden Bedingungen müssen im Ausnahmefall kumulativ erfüllt sein:
1. Eine Freisetzung radioaktiver Stoffe und deren Ausbreitung auf dem Luftpfad beziehungsweise Wasserpfad führen nicht zur Verletzung der geltenden Grenzwerte und Richtwerte.
 2. Die Gesamtaktivität der offenen radioaktiven Stoffe und der Kontaminationen wird 100 Bewilligungsgrenzen nie überschreiten.

6.2 Aussengrenze der kontrollierten Zonen

6.2.1 Integrität der räumlichen Aussengrenze

6.2.1.1 Bautechnische und mechanische Massnahmen

- a. Die baulichen Anforderungen an die kontrollierten Zonen, die an eine Lüftungsanlage angeschlossen sind (vgl. Kap. 5.3.1), richten sich nach Anhang 5 UraM.
- b. Die passiven Strukturen und Komponenten sind wie folgt auszulegen:
 1. Wände, Böden und Decken sind durch eine luft- und flüssigkeitsundurchlässige Schicht abzudichten.
 2. Verankerungen, welche die undurchlässige Schicht gemäss Ziffer 1 durchdringen, sind geeignet zu versiegeln.
 3. Gebäudefugen und Schottungen an Durchdringungen sind stossfest sowie luft- und flüssigkeitsundurchlässig auszuführen.
 4. Fenster sind geschlossen und abgedichtet auszuführen.
 5. Der Bodenübergang an Türen und Toren ist so auszulegen, dass keine Flüssigkeiten ein- oder austreten können.
 6. Für Zonentypen III und IV beträgt die Luftleckagerate durch Undichtigkeiten der Aussengrenze der kontrollierten Zonen bei geschlossenen Durchdringungen auslegungsgemäss weniger als 10 % des Zuluft-Nennvolumenstroms. Alternativ ist nachzuweisen, dass der Unterdruck bei Normalbetrieb sowie bei Betriebsstörungen eine nach innen gerichtete Luftströmung gewährleistet. Die Überprüfungsintervalle sind in betriebsinternen Vorgaben zu regeln. Während Betrieb und Rückbau sind Änderungen der ursprünglichen Leckagerate aufgrund von Alterung oder baulichen Veränderungen zu berücksichtigen. Abweichungen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.

- c. Bewegliche Komponenten sind wie folgt auszulegen:
 1. Luken, Türen, Tore, Blindflansche und Rückschlagklappen an Durchdringungen der Aussengrenze sind bezüglich Dichtheit so auszulegen, dass die im geschlossenen Zustand gemäss Bst. b Ziff. 6 einzuhal- tende Luftleckagerate nicht überschritten wird oder dass eine nach in- nen gerichtete Luftströmung gewährleistet wird.
 2. Oberhalb eines Inventars offener radioaktiver Stoffe von 100 LA sind Türen und Tore an Ein- und Ausgängen von kontrollierten Zonen so- weit möglich und angemessen doppelt und mit einer Schleusenfunk- tion auszulegen. Ausnahmen sind zu begründen und strahlenschutz- technisch zu bewerten.
 3. Bereiche mit Zonentypen III und IV dürfen nicht direkt an zu öffnende Durchdringungen der Aussengrenze anschliessen. Ausnahmen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.

6.2.1.2 Organisatorische Massnahmen

- a. Im Normalbetrieb ist die Aussengrenze der kontrollierten Zonen ausser für den Material- und Personenverkehr geschlossen zu halten.
- b. Der Material- und Personenverkehr hat über Schleusen zu erfolgen. Ausnah- men sind zulässig, falls mit kompensatorischen Massnahmen Kontaminati- onsverschleppungen verhindert werden können.

6.2.2 Personenverkehr über die Aussengrenze der kontrollierten Zonen

- a. Am Personenausgang der kontrollierten Zonen ist eine gestaffelte Personen- kontaminationskontrolle mit Ganzkörpermonitoren vorzusehen, aufgeteilt in Grob- und Feinmonitor (vgl. Anhang 2).
- b. Die Personenkontaminationskontrolle muss so ausgelegt sein, dass
 1. das Ausmass und die örtliche Verteilung einer Kontamination von Per- sonen und Kleidung erfasst werden kann;
 2. eine Rückverfolgung der nicht mit einfachen Mitteln entfernbaren Per- sonenkontamination ermöglicht wird;
 3. eine Kontaminationsverschleppung in die Garderobe mittels eines Grobmonitors verhindert wird;
 4. die Kontaminationsfreiheit gemäss Art. 84 Abs. 1 StSV mittels Feinmo- nitor beim Verlassen der kontrollierten Zonen festgestellt werden kann.
- c. Abweichungen von den Vorgaben in Bst. a und Bst. b Ziff. 1 bis 3 sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.

- d. In einem Prozess sind Bedingungen und Massnahmen festzulegen, um Personen mit nicht entfernbaren Kontaminationen aus kontrollierten Zonen entlassen zu können.
- e. Notausgänge sind so zu gestalten, dass ein unbefugter Zutritt zu kontrollierten Zonen verhindert wird.
- f. Fluchtwege von aussen in die kontrollierten Zonen sind zu vermeiden.
- g. Für den Fall einer Nutzung der Notausgänge sind Massnahmen für die Begrenzung der Kontaminationsverschleppung vorzubereiten.
- h. Werden die Notausgänge auch als Zugänge für Interventionstätigkeiten verwendet, so ist bei deren Auslegung der Abtransport von Verletzten zu berücksichtigen.
- i. Ausgänge sowie Eingänge zu kontrollierten Zonen sind soweit angemessen so auszustatten, dass das unkontrollierte Ausschleusen kontaminierter Gegenstände darüber verhindert wird, oder es sind anderweitige Massnahmen zu treffen.

6.3 Kontaminationsbarrieren zwischen Räumen oder Bereichen

- a. Innerhalb der kontrollierten Zonen sind permanente oder temporäre Barrieren zwischen Räumen oder Bereichen unterschiedlicher Zonentypen zwecks Reduzierung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe zu installieren. Die Auslegung von Barrieren richtet sich nach den möglichen Kontaminationsausbreitungspfaden.
- b. Zusätzliche Kontaminationsbarrieren zwischen Bereichen gleichen Zonentyps sind dann notwendig, wenn dadurch eine grossräumige Ausbreitung radioaktiver Stoffe innerhalb der Anlage verhindert werden kann.
- c. Austritte aus höheren zu tieferen Zonentypen sind wie folgt ohne Schleusen oder Pufferzonen zulässig:
 - 1. von einem Zonentyp zum nächst tieferen
 - 2. vom Zonentyp II zum Zonentyp 0
 - 3. vom Zonentyp III zum Zonentyp I
- d. Beim Personen- und Materialübertritt an diesen Übergängen ist eine Kontaminationsverschleppung durch Massnahmen und Kontrollen zu verhindern.

6.4 Barrierefunktionen der Lüftungsanlagen der kontrollierten Zonen

6.4.1 Unterdruckhaltung gegenüber der Umwelt

- a. Die Lüftungsanlage von kontrollierten Zonen ist so auszulegen, dass ab Zonentyp II ein Unterdruck gegenüber der Umwelt oder den angrenzenden Räumen ausserhalb der kontrollierten Zone herrscht. Während des Öffnens von Toren, Türen oder sonstigen Durchdringungen sowie an nicht lokalisierbaren Undichtigkeiten der Aussengrenze der kontrollierten Zonen ist eine nach innen gerichtete Luftströmung zu gewährleisten. Dies gilt auch bei infolge sich ändernder Wetterlage schwankenden Luftdrücken.
- b. Beim Öffnen von Toren, Türen oder sonstigen Durchdringungen von Räumen des Zonentyps I ist eine gerichtete Luftströmung zu gewährleisten. Ist dies aus technischen Gründen nicht möglich, sind kompensatorische Schutzmassnahmen zu treffen.
- c. Eine permanente Überwachung der Unterdruckhaltung inklusive Alarmierung ist vorzusehen, wenn eine Luftkontamination grösser als 1/10 CA auftreten kann.
- d. Für den Fall eines Unterbruchs der Unterdruckhaltung sind Strahlenschutzmassnahmen vorzusehen, damit eine unkontrollierte Abgabe verhindert werden kann.

6.4.2 Unterdruckstaffelung in den kontrollierten Zonen

Bei der Auslegung und dem Betrieb der Lüftungstechnischen Anlage ist sicherzustellen, dass eine gestaffelte Unterdruckhaltung beziehungsweise bei geöffneten Durchdringungen eine gerichtete Luftströmung von Räumen niedriger Kontaminationsgefahr in Räume höherer Kontaminationsgefahr gewährleistet und überwacht wird. Ausgenommen sind:

- a. Räume der Zonentypen 0 bis II
- b. temporäre Bereiche des Zonentyps III, insbesondere Pufferzonen, die mittels regelmässiger Kontaminationskontrollen überwacht werden
- c. Räume, die aus Gründen der nuklearen Sicherheit einen Überdruck gegenüber angrenzenden Räumen aufweisen

6.4.3 Rückhaltung radioaktiver Stoffe in der Ab- und Fortluft in Lüftungsanlagen

- a. Die Abgabe luftgetragener radioaktiver Stoffe an die Umwelt ist durch Rückhalteeinrichtungen in Lüftungsanlagen so zu begrenzen, dass die Grenz- und Richtwerte gemäss Art. 24 Abs. 1 StSV, Richtlinie ENSI-G15 und dem für die jeweilige Anlage gültigen Abgabereglement eingehalten sowie gemäss dem Optimierungsgrundsatz reduziert werden.
- b. Generell sind für die Einhaltung der Anforderungen aus Bst. a Schwebstofffilter der Filterklasse H13 oder gleichwertige Rückhalteeinrichtungen einzusetzen. Änderungen an der Auslegung von Rückhalteeinrichtungen sind freigabepflichtig. Abweichungen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.
- c. Abluft aus Räumen des Zonentyps IV sowie aus Systemen und Komponenten mit einem Luftkontaminationspotenzial grösser gleich 10 CA ist vor der Einleitung in den Abluftstrang durch Filter zu leiten. Abweichungen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.
- d. Werden Schwebstofffilter verwendet, so sind zu deren Schutz Vorfilter vorzuschalten. Ausnahmen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.
- e. Werden Aktivkohlefilter verwendet, so sind diesen geeignete Schwebstofffilter vor- und nachzuschalten.
- f. Nicht filtrierbare gasförmige radioaktive Stoffe mit Halbwertszeiten kleiner als 1 Stunde sind in der Abgasanlage durch Abklingstrecken oder über Abklingtanks zu führen. Abweichungen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.
- g. Die Wirksamkeitsprüfung gemäss Art. 18 Abs. 3 UraM umfasst Differenzdruckmessung und die Prüfung des Abscheidegrads.
- h. Für den Fall einer Verminderung oder eines Ausfalls der Rückhaltung sind weitere Massnahmen zur Verhinderung von unzulässigen Abgaben vorzusehen.

6.5 Abwassersysteme der kontrollierten Zonen

6.5.1 Allgemeine Anforderungen

- a. Alle Abwässer, welche in Räumen der Zonentypen I bis IV anfallen oder aus radioaktiven oder potenziell radioaktiven Systemen stammen, sind wie radioaktive Abwässer zu handhaben.

- b. Für die Sammlung, Behandlung, Aufbewahrung und Bilanzierung von radioaktiven Abwässern innerhalb der kontrollierten Zonen sowie deren kontrollierte Abgabe sind fest installierte Systeme mit Behandlungsanlagen sowie Sammel- und Kontrolltanks vorzusehen. Ausgenommen davon sind kontrollierte Zonen, in denen im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen keine radioaktiven Abwässer anfallen.
- c. Für eine kontrollierte Zone, welche nicht über Komponenten zur Behandlung und Abgabe von radioaktiven Abwässern gemäss Bst. b verfügt, ist ein Konzept erforderlich, wie anfallende radioaktive Abwässer gemäss den Anforderungen von Kap. 6.5.2 gesammelt und zu Abwasserbehandlungsanlagen transportiert werden.
- d. Das radioaktive Abwassersystem ist bezüglich luftgetragener radioaktiver Partikel mit Ausnahme von Öffnungen für Schiebeluft luftdicht zu umschliessen. Siphons im Abwassersystem sind so auszulegen, dass sie durch im Normalbetrieb und bei Betriebsstörungen auftretenden Druckdifferenzen nicht entleert werden.
- e. Für die Schiebeluft im Abwassersystem sind Öffnungen zum Ansaugen mit Rückschlagklappen vorzusehen. Die Schiebeluft aus dem Abwassersystem ist in das Abluftsystem der kontrollierten Zonen einzuleiten.

6.5.2 Anforderung an die Sammlung von Abwässern

- a. Radioaktive Abwässer und andere radioaktive flüssige Abfälle sind soweit möglich und angemessen entsprechend ihrer Herkunft und im Hinblick auf das zur Anwendung kommende Reinigungsverfahren getrennt zu sammeln.
- b. Es sind Massnahmen zu treffen, damit radioaktive Abwässer und andere radioaktive flüssige Abfälle, welche die Funktion von radioaktiven Abwassersystemen beeinträchtigen, nicht in diese gelangen können.
- c. Das sich in Gebäudesümpfen und anderen Auffangvorrichtungen ansammelnde radioaktive Abwasser ist unverzüglich in das Abwassersystem einzuleiten oder in einen für die sichere Aufbewahrung ausgestatteten Behälter zu befördern.
- d. Eine unkontrollierte Abgabe radioaktiver Abwässer über Nottoiletten innerhalb der kontrollierten Zonen ist zu unterbinden.

6.5.3 Anforderung an die Aufbewahrung von Abwässern

- a. Sammel tanks zur Aufbewahrung von unbehandelten Abwässern müssen die Anforderungen von Art. 25 Abs. 1 bis 3 sowie Abs. 6 Bst. a bis d und f UraM

erfüllen. Für Kontrolltanks zur Aufbewahrung von behandelten Abwässern gelten dieselben Anforderungen und zusätzlich Art. 25 Abs. 6 Bst. e UraM.

- b. Tanks sind in Auffangwannen aufzustellen, die den gesamten Inhalt aller Tanks aufnehmen können. Abweichungen sind zu begründen und strahlenschutztechnisch zu bewerten.
- c. Tanks sowie Auffangwannen sind leicht dekontaminierbar auszulegen.
- d. Einleitungen unbehandelter und unkontrollierter Abwässer in die Kontrolltanks sind zu verhindern.

6.5.4 Anforderung an die Behandlung von Abwässern

- a. Behandlungsverfahren sind entsprechend den Eigenschaften der im Abwasser vorhandenen radioaktiven Nuklide und ihrem chemischen Zustand so auszuwählen, dass sowohl die Einhaltung der Abgabelimiten und Abgabekonzentrationslimiten aus den Abgabereglementen als auch der Optimierungsgrundsatz gewährleistet werden.
- b. Die Abwasserbehandlungsanlage ist so auszulegen, dass die anfallenden radioaktiven Rückstände regelmässig als radioaktiver Abfall gemäss Richtlinie ENSI-B05 der Konditionierung zugeführt werden können.

6.6 Radioaktive Systeme und Komponenten

- a. Offene radioaktive Stoffe in Systemen oder Komponenten sind, soweit keine Handhabung oder Instandhaltung derjenigen notwendig ist, mittels mindestens einer Kontaminationsbarriere zu umschliessen, falls eine Kontaminationsausbereitung zu erwarten ist.
- b. Werden diese Systeme oder Komponenten geöffnet, sind spezifische Massnahmen zur Verhinderung einer Freisetzung oder zur Eingrenzung einer Kontaminationsverschleppung zu ergreifen.
- c. Die Anzahl, Art und Standfestigkeit der Kontaminationsbarrieren gemäss Bst. a sind in Abhängigkeit der Flüchtigkeit, Aktivitätsinventar und Radiotoxizität sowie der Beanspruchung des Systems oder Komponente festzulegen.
- d. Schnittstellen zu nicht radioaktiven Systemen sind mit Kontaminationsbarrieren auszustatten, deren Anzahl und Standfestigkeit sich nach der radiologischen Auswirkung einer Freisetzung richten.
- e. Schnittstellen zwischen verschiedenen radioaktiven Systemen oder Komponenten müssen so ausgelegt werden, dass nur ein kontrollierter Übertrag radioaktiver Stoffe erfolgen kann und die Systeme oder Komponenten gegebenenfalls voneinander isoliert werden können.

- f. Kontaminationsbarrieren sind folgendermassen vorzusehen:
1. Bei Siedewasserreaktoren haben die chemische Fahrweise sowie das Abfahren der Anlage so zu erfolgen, dass der Übertrag von Radioisotopen in das Frischdampf-, Speisewasser- und Turbinensystem minimiert wird.
 2. Die Abluft aus Systemen und Komponenten mit potenziell hoher Luftkonzentration an filtrierbaren radioaktiven Stoffen muss soweit möglich und angemessen direkt und gefiltert in einen Abluftstrang der Lüftungsanlage eingeleitet werden.
 3. Wird eine Flüssigkeit als Kontaminationsbarriere verwendet, so ist ein Verfahren zur Überwachung und Aufrechterhaltung des notwendigen Füllstands zu etablieren.
 4. Sind Leckagen aus Systemen und Komponenten mit radioaktiven Flüssigkeiten durch Betriebsstörungen nicht auszuschliessen, so sind diese Flüssigkeiten geeignet aufzufangen.
 5. Leitungen radioaktiver Systeme, welche ausserhalb der kontrollierten Zonen geführt werden, sind doppelwandig, absperrbar und mit einer Leckageüberwachung auszuführen. Einwandige Leitungen sind in begründeten Fällen zulässig, wenn sie absperrbar ausgerüstet, in begehbaren, wasserdichten Kanälen mit Leckageüberwachung geführt und deutlich als radioaktiv gekennzeichnet sind. Der Zugang zu den Kanälen ist restriktiv zu organisieren.
- g. An Behältern, Rohrleitungen und weiteren Komponenten mit radioaktivem Inhalt ist die Aufrechterhaltung der Barrierenfunktion regelmässig zu kontrollieren.
- h. Ist nur eine Kontaminationsbarriere zwischen radioaktiven und nicht radioaktiven, zur Umwelt offenen Systemen vorhanden, so ist die Dichtheit dieser Barriere permanent zu überwachen und es ist eine Isolationsmöglichkeit von einzelnen Systemen oder Teilsystemen vorzusehen.

6.7 Nicht radioaktive Systeme

- a. Systeme in den kontrollierten Zonen, die keine radioaktive Materialien beinhalten, müssen durch Kontaminationsbarrieren von den kontrollierten Zonen sowie von radioaktiven Systemen und Komponenten abgegrenzt sein. Die Anzahl und Robustheit der Kontaminationsbarrieren richten sich nach der radiologischen Auswirkung einer Ausbreitung innerhalb der Anlagen oder einer Freisetzung an die Umwelt.

- b. Nicht radioaktive Systeme, die zur Umwelt offen sein können, sind innerhalb der kontrollierten Zonen als solche deutlich zu kennzeichnen.
- c. Das Aufheben einer Kontaminationsbarriere eines nicht radioaktiven Systems innerhalb der kontrollierten Zonen bedarf einer Freigabe durch das zuständige Strahlenschutzpersonal.

7 Begrenzung und Optimierung der externen Strahlenexposition

7.1 Ortsbezogene Schutzmassnahmen

7.1.1 Allgemeine Anforderungen

- a. Die räumliche Anordnung von Strukturen, Systemen und Komponenten ist so zu gestalten, dass die externe Strahlenexposition während Betrieb und Stilllegung soweit möglich und angemessen niedrig gehalten wird.
- b. Technische und organisatorische Strahlenschutzmassnahmen sind so zu konzipieren und zu realisieren, dass die Ortsdosisleistungsrichtwerte (vgl. Anhang 2 UraM sowie Kap. 4.4) im Normalbetrieb einschliesslich Instandhaltung und bei der Stilllegung eingehalten werden und soweit möglich und angemessen niedrig gehalten werden.
- c. Bei der Auslegung ortsbezogener Schutzmassnahmen ist die durch Betriebsstörungen möglicherweise bedingte externe Strahlenexposition zu berücksichtigen. Dabei ist sicherzustellen, dass die jeweiligen Jahresdosisgrenzwerte eingehalten werden.
- d. Die als ortsbezogene Massnahmen verwendeten Abschirmungen und Abstände sind durch anerkannte Methoden oder aufgrund belastbarer Erfahrungswerte zu bestimmen. Die notwendigen Abschirmfaktoren sowie Dimensionen sind zu dokumentieren.
- e. Für die Überwachung der externen Exposition innerhalb der kontrollierten Zonen sind die örtliche und zeitliche Variabilität des Strahlenfeldes, die Zuverlässigkeit von Schutzmassnahmen sowie das Verhalten der Personen zu berücksichtigen. Dazu gehören insbesondere:
 - 1. situationsbedingte Dosis- oder Dosisleistungsmessungen an für die Überwachung geeigneten Orten

2. geeignete Kontrollen für die Beschränkung der Zutritte sowie der Aufenthaltszeiten, insbesondere bei Begehungen von Gebietstypen X bis Z
- f. Die grundlegenden Kriterien für die Überwachung gemäss Bst. e sind im Strahlenschutzreglement zu verankern.

7.1.2 Überwachtes Betriebsareal ausserhalb kontrollierter Zonen

Es gelten die Ortsdosisleistungsrichtwerte ausserhalb von Kontrollbereichen innerhalb des Betriebsareals gemäss Anhang 2 UraM.

7.1.3 Dauerarbeitsplätze und fest eingerichtete Arbeitsplätze innerhalb kontrollierter Zonen

- a. Dauerarbeitsplätze sind nur an Orten mit einer Ortsdosisleistung unter $2,5 \mu\text{Sv}$ pro Stunde zulässig.
- b. Für fest eingerichtete Arbeitsplätze mit einer Ortsdosisleistung von $2,5 \mu\text{Sv}$ pro Stunde oder mehr sind die Arbeitszeiten beziehungsweise die Personendosen zu planen und zu kontrollieren.

7.1.4 Gebietstypen

- a. Für alle Gebietstypen sind darin auszuführende Tätigkeiten zu planen, freizugeben und zu überwachen. Der Umfang dieser Prozesse sind risikobasiert in einer Betriebsvorgabe festzulegen.
- b. An Zugängen zu Gebietstypen X bis Z ist auf die beschränkte Aufenthaltsdauer hinzuweisen.
- c. Für die Gebietstypen Y und Z sind folgende Massnahmen erforderlich:
 1. technische Massnahmen zum Ausschluss eines unbeabsichtigten Zutritts
 2. organisatorische Massnahmen zur Zutrittsbeschränkung
 3. Festlegung von Kriterien und Verantwortlichkeiten für die Freigabe des Zutritts
 4. ergänzende Schutz- und Überwachungsmassnahmen
 5. zusätzliche Überwachungsmassnahme mit Alarmsignalisation bei ungünstigen Randbedingungen bezüglich der Wahrnehmung der Dosis- und Dosisleistungsalarmlen der elektronischen Personendosimeter
- d. Für Gebietstyp Z sind folgende Massnahmen erforderlich:

1. verschliessbare Zugänge zu Räumen und Bereichen
2. Massnahmen um sicherzustellen, dass sich vor dem Abschliessen des Raums oder Bereichs keine Person in diesem aufhält (Aufenthaltssystem)
3. technische Massnahmen zur Sicherstellung einer Fluchtmöglichkeit
4. Prüfung und Wartung der Verriegelungen und des Aufenthaltssystems

Die Verriegelungen und das Aufenthaltssystem sind mindestens einmal jährlich auf ihre Funktionalität hin zu prüfen und gegebenenfalls zu warten.

5. Instruktion und Überwachung von Personen

Personen, die in Räumen des Gebietstyps Z tätig sind, müssen über die für diese Räume spezifischen Verhaltensregeln vorgängig instruiert werden. Sie sind durch anerkanntes Strahlenschutzpersonal während ihrer Tätigkeit im Gebietstyp Z zu überwachen.

7.2 Arbeitsspezifische und personenbezogene Schutzmassnahmen

Für spezifische Tätigkeiten sind zusätzliche arbeits- und personenbezogene Massnahmen zu ergreifen, wenn die in Kap. 7.1 aufgeführten ortsbezogenen Massnahmen nicht ausreichen, nicht anwendbar sind oder noch keine ausreichende Optimierung sicherstellen.

7.2.1 Schutzmassnahmen bei Neutronenstrahlung

Bei der Planung von Tätigkeiten in einem Neutronenstrahlungsfeld ist die Personendosis vorgängig abzuschätzen und gegebenenfalls neutronendosisbeschränkende Massnahmen festzulegen.

7.2.2 Schutzmassnahmen bei inhomogenen Strahlenfeldern

Bei inhomogenen Strahlenfeldern sind zur Dosisbegrenzung und -optimierung abstandswahrende Werkzeuge und Arbeitsweisen sowie geeignete Abschirmungen zu verwenden.

7.2.3 Persönliche Abschirmungen

- a. Es sind am Körper tragbare Abschirmungen zu nutzen, wenn hierdurch die Strahlenexposition weiter reduziert werden kann und diese Reduktion die Nachteile der arbeitserschwerenden Schutzmittel rechtfertigt.
- b. Die Tragweise von Dosimetern sowie die Dosisermittlung bei der Nutzung von persönlichen Abschirmungen richten sich nach Art. 10 der Dosimetrieverordnung vom 26. April 2017 (SR 814.501.43).

7.2.4 Schutzmassnahmen für die Augenlinse

- a. Bei Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Materialien, die hochenergetische Beta-Strahlung aussenden können, sind die Augenlinsen mittels konventioneller Schutzbrillen oder Atemschutzmasken mit Sichtfenster speziell zu schützen.
- b. Zur Überwachung der Augenlinsendosis sind die Vorgaben nach Art. 11 der Dosimetrieverordnung und der Richtlinie ENSI-B09 einzuhalten. Alternativ hierzu kann die Jahres-Augenlinsendosis rechnerisch mit konservativen Annahmen für Arbeiten an offenen radioaktiven Stoffen abgeschätzt werden, um die Einhaltung der Grenzwerte gemäss Art. 56 Abs. 3 Bst. a StSV nachzuweisen.

8 Vermeidung von Inkorporationen und Personenkontaminationen

Personenkontaminationen und Inkorporationen sind soweit möglich zu vermeiden oder, wenn dies nicht möglich ist, zu begrenzen.

8.1 Massnahmen bei Inkorporations- oder Kontaminationsgefahr

8.1.1 Organisatorische Massnahmen

- a. Vorschriften zur Vermeidung von Inkorporation und Personenkontamination sind festzulegen, zu kommunizieren, zu instruieren sowie deren Einhaltung zu überwachen.
- b. Personen mit offenen Wunden oder Krankheiten, welche eine Inkorporation begünstigen, dürfen sich nicht in Zonentypen II bis IV aufhalten.

- c. Vor dem Betreten von Zonentypen IV ist eine tätigkeitsspezifische Unterweisung durchzuführen, bei der auf allfällige radiologisch bedingte und zutrittsrelevante Einschränkungen hingewiesen wird.

8.1.2 Schutzbekleidung und -mittel

- a. Die Art der Schutzbekleidung gegen Hautkontamination ist je nach Zonentyp, Art der Kontamination, Umgebungsbedingungen sowie Art der Tätigkeit vorzuschreiben.
- b. Als Schutz gegen Inhalation radioaktiver Stoffe sind geeignete Atemschutzmittel mit der erforderlichen Filterklasse einzusetzen.

8.2 Überwachungsmassnahmen

- a. Die technischen und organisatorischen Massnahmen für das Inkorporationsmessverfahren inklusive der Bestimmung der Folgedosis richten sich nach Art. 6 Abs. 2 der Verordnung des EDI über die Personen- und Umgebungs-dosimetrie vom 26. April 2017 (Dosimetrieverordnung, SR 814.501.43) sowie der Richtlinie ENSI-B09.
- b. Bei Tätigkeiten mit offenen radioaktiven Stoffen sind die Personenkontamination und die Inkorporation regelmässig zu kontrollieren, wobei die Zeitabstände und die Umstände, bei denen eine Kontrolle erfolgen muss, risikobasiert festzulegen sind.
- c. Beim Verlassen der kontrollierten Zonen muss eine Überwachung gemäss den Anforderungen von Kap. 6.2.2 erfolgen.
- d. Bei Verdacht auf eine Personenkontamination oder Inkorporation, insbesondere wenn bei Tätigkeiten in den kontrollierten Zonen unerwartet Kontaminationen in der Umgebung von ungeschützten Personen oder Mängel bei den persönlichen Schutzmassnahmen festgestellt werden, ist unverzüglich vor Ort eine Personenkontaminationskontrolle durchzuführen. Bei Bedarf sind zusätzlich eine Personenkontaminationskontrolle an den Personenkontaminationsmonitoren nach Kap. 6.2.2 sowie eine Inkorporationskontrolle nach Richtlinie ENSI-B09 erforderlich.
- e. Ist aus messtechnischen Gründen eine Überwachung gemäss Bst. b und d vor Ort nicht möglich, ist unverzüglich eine Kontaminationskontrolle an den Personenkontaminationsmonitoren am Ausgang der kontrollierten Zonen gemäss Bst. b durchzuführen. Dabei sind Massnahmen vorzusehen, um eine Kontaminationsverschleppung auf dem Weg zum Messplatz zu verhindern.
- f. Die Hautdosis muss ermittelt werden, wenn der Verdacht besteht, dass 25 mSv Hautdosis in Folge einer Kontamination überschritten wurden.

- g. Das Vorgehen zur Ermittlung der Hautdosis aufgrund einer Personenkontamination und einer Kontamination der Schutzbekleidung ist festzulegen.

8.3 Vorgehen bei Personenkontamination oder Inkorporation

- a. Für den Fall des Verdachts oder Vorliegens einer Personenkontamination oder Inkorporation sind Massnahmen festzulegen (insbesondere Abläufe zur Personendekontamination), periodisch zu üben und geeignet zu kommunizieren. Dafür notwendige Hilfsmittel sind bereitzustellen. Die Zuständigkeiten sind zu regeln.
- b. Wurde eine Personenkontamination festgestellt, so ist unverzüglich eine Personendekontamination nach dem gemäss Bst. a festgelegten Verfahren einzuleiten. Bei Personen mit nicht entfernbarer Kontamination, die die kontrollierten Zonen verlassen, ist gemäss dem in Kap. 6.2.2 Bst. d festgelegten Prozess vorzugehen.

Diese Richtlinie wurde am 16. September 2021 vom ENSI verabschiedet und ist gültig ab 1. November 2021.

Der Direktor des ENSI: sig. M. Kenzelmann

Anhang 1: Begriffe (gemäss ENSI-Glossar)

Dosiskontingent (personenbezogenes)

Ein personenbezogenes Dosiskontingent ist eine für eine zeitlich begrenzte und quellenbezogene Tätigkeit maximal zulässige Exposition, welche unter Berücksichtigung der Exposition aus allen Strahlungsquellen und Tätigkeiten im Jahr die Einhaltung der Jahresdosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen (Art. 52 und 56 StSV) sicher gewährleistet.

Dosisplanungsziel

Als Dosisplanungsziel für eine geplante Tätigkeit werden die mit optimierten Strahlenschutzmassnahmen und Arbeitsabläufen erreichbaren Einzel- und Kollektivdosen bezeichnet, bei deren Überschreitung eine Neubewertung der Planung und gegebenenfalls weitere Optimierungsmassnahmen erforderlich sind.

Geschlossenes radioaktives Material

Radioaktives Material gilt als geschlossen, wenn unter üblicher Beanspruchung ein Austreten radioaktiver Stoffe verhindert und so eine Kontamination ausgeschlossen werden kann.

Kontaminationsbarriere

Eine Kontaminationsbarriere ist eine Vorrichtung oder Massnahme, welche gegebenenfalls in Verbindung mit Prozessvorgaben den Einschluss, die Rückhaltung oder die gezielte Strömung von radioaktiven Stoffen innerhalb eines definierten Raums oder Behältnisses gewährleistet und somit der Verhinderung, Begrenzung oder der Kontrolle (Bilanzierung und Bestimmung des Abgabepfads) der Freisetzung radioaktiver Stoffe aus dem Raum oder Behältnis heraus dient.

Offenes radioaktives Material

Radioaktives Material gilt als offen, wenn unter üblicher Beanspruchung ein Austreten radioaktiver Stoffe und somit eine Kontamination möglich sind. Hierzu gehören Materialien, bei denen Teile als luftgetragene, flüssige oder durch Kontakt übertragbare radioaktive Stoffe vorliegen sowie radioaktive Materialien die zerbrechlich, zerreibbar, löslich oder brennbar sind.

Personenkontamination

Eine Personenkontamination ist eine Kontamination auf der Oberfläche des Körpers einer Person.

Radiologisches Zonenkonzept

Als radiologisches Zonenkonzept werden zusammenfassend die in Ziff. 2 Anhang 4 KEV unter U2 genannten „Konzepte für Radiologische Zonen“ bezeichnet. Das radiologische Zonenkonzept beinhaltet die Einstufung der Betriebsareale, Gebäude, Räume oder Bereiche aufgrund des radiologischen Zustands in die jeweiligen Kategorien überwachttes Betriebsareal, kontrollierte Zone, Zonen-, Gebiets- und Arbeitsbereichstypen. Das radiologische Zonenkonzept

enthält zudem eine Auflistung der betriebsspezifischen Anforderungen an die Strahlenschutzmassnahmen.

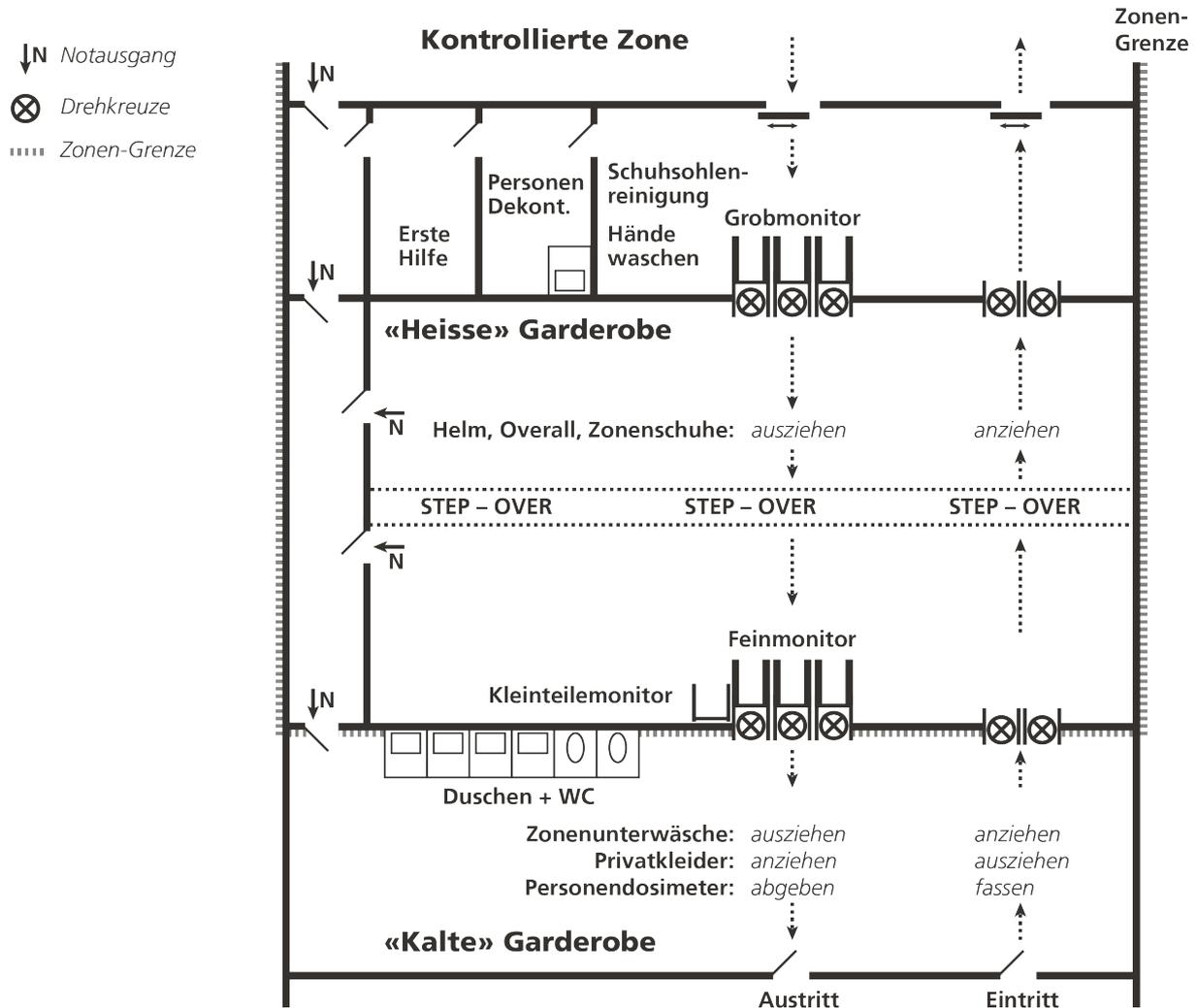
Strahlenschutzkonzept

Die Darlegung der grundlegenden Strahlenschutz- und Überwachungsmassnahmen zur Erfüllung der in der Richtlinie ENSI-G12 beschriebenen Schutzzielefunktionen gilt als Strahlenschutzkonzept.

Überwachtes Betriebsareal

Das überwachte Betriebsareal entspricht im Fall der Kernkraftwerke dem Begriff des Sicherungsareals gemäss Anhang 2 KEV. Im Fall des PSI und dem ZZL umfasst das überwachte Betriebsareal das eingezäunte Areal. Der Zweck des überwachten Betriebsareals ist der Ausschluss von Personen ohne Zutrittserteiligung.

Anhang 2: Ein- und Ausgänge zur kontrollierten Zone



Schematische Darstellung einer möglichen Umsetzung der Anforderungen an die Ein- und Ausgänge zur kontrollierten Zone gemäss Kap. 6.2.2

ENSI, CH-5201 Brugg, Industriestrasse 19, Telefon +41 (0)56 460 84 00, Fax +41 (0)56 460 84 99, info@ensi.ch, www.ensi.ch