

**Dekontamination von
radioaktiv kontaminierten Oberflächen**
Verfahren zur Prüfung und Bewertung der Dekontaminierbarkeit**DIN**
25 415
Teil 1Decontamination of radioactively contaminated surfaces;
method for testing and assessing the ease of decontamination

Ersatz für Ausgabe 10.80

Der Wortlaut dieser Norm entspricht weitgehend ISO 8690 : 1988. Das beschriebene Verfahren zur Prüfung und Bewertung der Dekontaminierbarkeit ist sachlich identisch mit dem in ISO 8690 : 1988 beschriebenen Verfahren.

Diese Norm soll objektive Bedingungen zur Prüfung der Dekontaminierbarkeit von Oberflächen festlegen. Es ist nicht beabsichtigt, damit ein allgemeines Dekontaminationsverfahren zu beschreiben.

Die Dekontaminierbarkeit ergibt sich dabei aus der Überlagerung zweier entgegengesetzter Materialeigenschaften:

- a) der Fähigkeit, radioaktive Substanzen oberflächlich festzuhalten sowie
- b) der Bereitwilligkeit, diese Substanzen im Zuge von Reinigungsprozessen wieder abzugeben.

Die Prüfmethode ist darauf ausgerichtet, Daten für den Vergleich der Dekontaminierbarkeit verschiedener Oberflächenmaterialien zu ermitteln. Sie kann im Rahmen vergleichender Prüfungen mit beliebigen Radionukliden in wäßriger Lösung angewandt werden. Eine Wertung der Ergebnisse einer Reihe vergleichender Prüfungen kann auf der Basis der mittleren Restimpulsraten erfolgen.

Um die Bewertung eines Oberflächenmaterials als einzelnes Produkt zu ermöglichen, beschreibt diese Norm eine Prüf- und Bewertungsmethode, bei der zur Kontamination ^{60}Co - und ^{137}Cs -Lösungen benutzt werden. Diese Radionuklide wurden ausgewählt, weil sie in der Kerntechnik am häufigsten bei Kontaminationen auftreten. Die Bewertung des Ergebnisses einer einzelnen Prüfung erfolgt mit Hilfe einer Bewertungstabelle von Co/Cs-Restimpulsraten, die sich auf Ringexperimente stützt.

Maße in mm

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	9 Durchführung der Prüfung	5
2 Zweck	2	9.1 Ermittlung der spezifischen Impulsrate der jeweiligen Kontaminationslösungen	5
3 Begriffe	2	9.2 Kontamination	5
3.1 Kontamination	2	9.3 Dekontamination	5
3.2 Dekontamination	2	10 Berechnung der Ergebnisse und Bewertung der Dekontaminierbarkeit	5
3.3 Spezifische Impulsrate	2	11 Prüfbericht	7
3.4 Restimpulsrate	2	Anhang A Halterung zur Kontamination des Prüfkörpers	7
3.5 Mittlere Restimpulsrate	2	Anhang B Rührkäfig-Apparatur zur Dekontamination	8
3.6 Normierte mittlere Restimpulsrate	2	Anhang C Berechnungshilfen zur Herstellung der Kontaminationslösungen	14
3.7 Co/Cs-Restimpulsrate	2	Anhang D Muster eines Prüfberichtes für die Dekontaminierbarkeit von Oberflächen nach DIN 25 415 Teil 1	15
4 Kurzbeschreibung des Verfahrens	2	Zitierte Normen	16
5 Bezeichnung	2		
6 Prüfgeräte	2		
7 Kontaminations- und Dekontaminationsmittel	3		
7.1 Kontaminationslösungen	3		
7.2 Dekontaminationsmittel	4		
8 Prüfkörper	4		
8.1 Herstellung und Vorprüfung	4		
8.2 Anzahl und Maße	4		
8.3 Vorbehandlung und Reinigung	4		

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Kerntechnik (NKe) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Prüfung von Oberflächen, die durch radioaktive Stoffe verunreinigt werden können.

2 Zweck

Zweck der Prüfung ist die Bewertung der Dekontaminierbarkeit von Oberflächen unter Laborbedingungen. In praktischen Anwendungsfällen kann es sich bei der Wahl der zu verwendenden Stoffe auch als wichtig erweisen, andere Stoffeigenschaften, wie z. B. die chemische Beständigkeit, mechanische Festigkeit, Strahlenbeständigkeit und Langzeitstabilität zu berücksichtigen. Es ist zu beachten, daß weitere Dekontaminationsprüfungen unter simulierten praktischen Anwendungsbedingungen erforderlich sein können.

3 Begriffe

3.1 Kontamination

Kontamination ist das unerwünschte Vorhandensein von Radionukliden auf Oberflächen bzw. in geringer Tiefe unter der Oberfläche.

3.2 Dekontamination

Dekontamination ist die vollständige bzw. teilweise Beseitigung von Kontamination, möglichst ohne Veränderung der Oberflächeneigenschaften.

3.3 Spezifische Impulsrate

Die spezifische Impulsrate im Sinne dieser Norm ist die Impulsrate, die durch 1 ml einer Kontaminationslösung unter gegebenen geometrischen Bedingungen im Meßgerät verursacht wird. Sie wird in Impulsen je Minute und Milliliter ausgedrückt.

3.4 Restimpulsrate

Die Restimpulsrate ist die Impulsrate, die durch das nach der Dekontamination an der Oberfläche verbleibende Radionuklid unter gegebenen geometrischen Bedingungen im Meßgerät verursacht wird. Sie wird in Impulsen je Minute ausgedrückt.

3.5 Mittlere Restimpulsrate

Die mittlere Restimpulsrate ist das arithmetische Mittel aus den Werten für die Restimpulsraten, die für fünf vom gleichen Radionuklid kontaminierte Prüfkörper gemessen wurden. Sie wird in Impulsen je Minute ausgedrückt.

3.6 Normierte mittlere Restimpulsrate

Die normierte mittlere Restimpulsrate ist der Wert der mittleren Restimpulsrate nach Multiplikation mit einem Korrekturfaktor. Sie wird in Impulsen je Minute ausgedrückt. Der Korrekturfaktor ergibt sich durch Division eines Sollwertes der spezifischen Impulsrate durch die spezifische Impulsrate der für die Prüfung verwendeten Kontaminationslösung. Er dient dem Ausgleich von Unterschieden der spezifischen Impulsraten von Kontaminationslösungen, die von verschiedenen Prüfstellen benutzt werden.

3.7 Co/Cs-Restimpulsrate

Die Co/Cs-Restimpulsrate ist das arithmetische Mittel aus den Werten für ^{60}Co und ^{137}Cs gemessenen Werten für die normierte mittlere Restimpulsrate. Sie wird in Impulsen je Minute ausgedrückt.

4 Kurzbeschreibung des Verfahrens

Getrennte Kontaminationslösungen, die ^{60}Co und ^{137}Cs enthalten, werden hergestellt. 100 µl-Proben dieser Lösungen werden mit einem Strahlungsdetektor gemessen und

aus den Ergebnissen die spezifischen Impulsraten der Kontaminationslösungen errechnet.

Prüfkörper des zu untersuchenden Materials werden mit den Kontaminationslösungen kontaminiert und anschließend mit demineralisiertem Wasser dekontaminiert. Die Restimpulsrate wird durch Messung der auf den Proben verbleibende Aktivität ermittelt.

Die normierten Restimpulsraten werden für die jeweiligen Radionuklide ermittelt. Das arithmetische Mittel aus den jeweiligen Werten für ^{60}Co und ^{137}Cs (Co/Cs-Restimpulsrate) dient zur Bewertung der Dekontaminierbarkeit nach einer empirisch aufgestellten Klassifizierungstabelle.

5 Bezeichnung

Bezeichnung des Verfahrens zur Prüfung und Bewertung der Dekontaminierbarkeit (A):

Prüfung DIN 25 415 – A

6 Prüfgeräte

6.1 Bechergläser

2 Stück 2000-ml-Bechergläser, niedrige Form (z. B. Becher nach DIN 12 331)

6.2 Strahlungsdetektor

Strahlungsdetektor und dazugehöriges elektronisches Gerät zur Bestimmung der Impulsrate.

Anmerkung 1: Die Mindestgröße der sensitiven Fläche des Detektors ist ein Kreis von 3 cm Durchmesser. In der Praxis ist jedoch im Regelfalle aufgrund der unten genannten geometrischen Anforderungen (siehe Bild 1) eine größere sensitive Fläche erforderlich. Als Strahlungsdetektoren eignen sich u.a. gasgespülte Proportionalzählrohre, Szintillations- sowie Halbleiterdetektoren.

Der Quotient $\frac{(D_s - 1,25)}{h}$ darf den Wert 3 nicht unterschreiten. Dabei bedeutet D_s den kleinsten Abstand in cm des auf den Detektorquerschnitt projizierten Mittelpunktes des Kontaminationsfleckes vom Rand des sensitiven Detektorquerschnitts; h ist der Abstand in cm der kontaminierten Prüfoberfläche von der Detektoroberfläche.

Anmerkung 2: Ist die Anforderung $\frac{(D_s - 1,25)}{h} \geq 3$ nicht zu erfüllen, so ist die Verwendung eines Strahlungsdetektors mit einer kreisförmigen sensitiven Oberfläche von mindestens 3 cm Durchmesser zulässig, vorausgesetzt,

- daß bei der Ermittlung der spezifischen Impulsrate (siehe Abschnitt 9.1) das Volumen von 100 µl Kontaminationslösung in Form kleiner Tropfen auf einer Kreisfläche von 2,5 cm Durchmesser, d. h. von der Größe der Kontaminationsfläche, verteilt wird, und
- daß die Nettoimpulsrate von 100 µl der unter diesen geometrischen Bedingungen gemessenen Kontaminationslösung 200 000 Impulse/min nicht unterschreitet (siehe Abschnitt 9.1).

6.3 100-µl-Pipetten

2 Stück mit Einwegspitzen

6.4 1000-µl-Pipetten

2 Stück mit Einwegspitzen

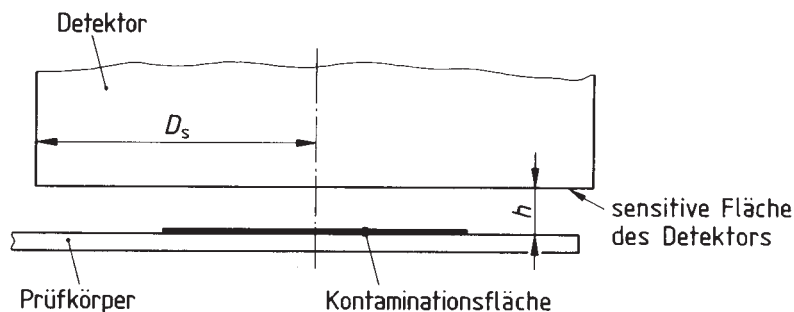


Bild 1. Geometrische Anforderungen (Schnitt)

6.5 PTFE-Becher

2 Stück Polytetrafluorethylen-Becher zur Herstellung der Kontaminationslösung (erforderliches Volumen: je 100 ml auf 90 ml herzustellende Lösung).

6.6 PTFE-Flaschen

2 Stück Polytetrafluorethylen-Flaschen zur Lagerung der Kontaminationslösungen.

Anmerkung: Anstatt PTFE können auch andere fluoridierte Materialien mit ähnlicher chemischer Widerstandsfähigkeit, z. B. Polytetrafluorethylenperfluorpropylen (PFEP), Perfluoralkoxy-Copolymer (PFA) und Polyvinylidenfluorid (PVDF) verwendet werden.

6.7 Halterungen

Fünf Halterungen aus Acrylglas, die bei der Kontamination zur Positionierung der Prüfkörper dienen (siehe Anhang A).

Die Halterungen enthalten jeweils einen flachen Ring aus Silikonkautschuk (Maße 45 mm × 25 mm × 2 mm), bestehend aus ungefülltem Material von nicht mehr als 60 Shore A Härte.

Anmerkung 1: Ungefüllter, nicht pigmentierter, fluoridierter Silikongummi ist hierfür besonders geeignet.

Vor dem ersten Gebrauch sind die Gummiringe mit dem organischen Lösungsmittelgemisch zu reinigen, das auch zur Reinigung der Prüfkörper verwendet wird. Die Ringe sind nur nach sorgfältiger Dekontamination wiederzuverwenden.

Anmerkung 2: Durch die Verwendung von 10 Halterungen (5 je Radionuklid) wird die Prüfdauer verkürzt und werden Querkontaminationen vermieden.

6.8 Rührkäfing-Apparatur

Rührkäfing-Apparatur für sechs Prüfkörper (siehe Anhang B). Diese Apparatur ist mit einem Motor zu versehen, der den Rührer mit 100 Umdrehungen je Minute dreht.

7 Kontaminations- und Dekontaminationsmittel

7.1 Kontaminationslösungen

7.1.1 Zusammensetzung der Kontaminationslösungen

Die Kontamination der Prüfkörper erfolgt durch die Radionuklide ^{137}Cs und ^{60}Co , die in getrennten Lösungen eingesetzt werden.

Zur Vermeidung von Querkontaminationen ist für die jeweiligen Radionuklide getrenntes Prüfgerät nach Abschnitt 6.3 bis Abschnitt 6.6 zu verwenden.

Die Verwendung anderer, in Art und chemischem Verhalten dem Anwendungszweck gegebenenfalls besser entsprechender Radionuklide in wässriger Lösung ist zulässig, bedarf jedoch der Absprache mit der Prüfstelle.

Hierbei muß jedoch sichergestellt sein, daß die Kontaminationslösungen chemisch stabil sind und keine Korrosion

der Prüfkörper verursachen. Die chemische Stabilität der dekontaminierten Prüfkörper ist für die Messung der verbleibenden Kontamination erforderlich. Ferner sind bei Radionukliden, deren Emissionen in erheblichem Umfang absorbiert werden können, unter Umständen spezielle Meßverfahren erforderlich.

Die Aktivitätskonzentration der Kontaminationslösung ist so einzustellen, daß eine eingedampfte 100- μl -Probe an dem benutzten Meßgerät eine im Hinblick auf Totzeitverluste und Nulleffekt korrigierte Impulsrate von mindestens 200 000 Impulsen je Minute erzeugt.

Anmerkung: Hierfür reicht im Normalfall eine Aktivitätskonzentration von 0,2 MBq/ml aus.

Die Radionuklide müssen mit einer Trägerkonzentration von $(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ in salpetersaurer Lösung von $\text{pH} = 4,0 \pm 0,2$ eingesetzt werden. Der pH-Wert der Kontaminationsmittel ist monatlich zu überprüfen. Die Prüfung erfolgt an Proben beider Kontaminationslösungen. Die Proben sind anschließend zu verwerfen.

7.1.2 Herstellung der Kontaminationslösungen

Die Stammlösungen der Radionuklide dürfen neben Co^{2+} - und Cs^{+} -Ionen und den dazugehörigen Nitrat-Ionen keine Bestandteile enthalten, die beim unten beschriebenen Eindampfen der Lösungen im Rückstand verbleiben. Als Chemikalien sind nur solche des Reinheitsgrades „zur Analyse“ oder höher zu verwenden.

Mit Hilfe der vorhandenen Daten über die Aktivitätskonzentrationen der ^{137}Cs - und ^{60}Co -Stammlösungen können die Mengen dieser Lösungen berechnet werden, die für die gewünschten Volumina der Kontaminationslösungen erforderlich sind.

Gleichungen für die Herstellung der Kontaminationslösungen sind in Anhang C angegeben.

Aus den Einsatzmengen errechnet man sodann die mit den Radionukliden eingebrachten Trägermengen. Daraus sind die zur Herstellung einer Trägerkonzentration von $(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$ in den Einzellösungen noch notwendigen Zugabemengen von $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ -bzw. CsNO_3 -Trägerlösungen zu ermitteln. Diese Mengen Trägerlösungen werden in Polytetrafluorethylen-Gefäße gegeben, die groß genug sind, um eine Verdünnung der Lösungen auf ihr Endvolumen zu ermöglichen. Um die Verdrängung von Chlorid-Ionen zu verstärken, die in den Stammlösungen der Radionuklide enthalten sein können, werden je 90 ml Endvolumen der Kontaminationslösung 5 ml einer hochreinen, einmolaren Salpetersäure zugesetzt. Schließlich werden die berechneten jeweiligen Einsatzmengen der ^{60}Co - oder ^{137}Cs -Stammlösungen hinzugegeben.

Die Gemische werden unter Anwendung von Infrarot-Oberflächenstrahlern so lange zur Trockne eingedampft, bis die Rauchentwicklung aufhört. Die Gefäße werden dann für weitere zwei Stunden erhitzt, wobei sich die IR-Strahler in der doppelten Entfernung befinden. Nach dem Abkühlen werden die Gefäße mit Salpetersäure von $\text{pH} = 4$ bis zum

jeweiligen Endvolumen aufgefüllt. Die Säure wird durch Verdünnung von 7 µl HNO₃ (Dichte: 1,4 g · cm⁻³) mit doppelt destilliertem Wasser auf 1 Liter Volumen hergestellt.

Die spezifischen Impulsraten der sorgfältig homogenisierten Lösungen werden nach Abschnitt 9.1 überprüft.

Die Überprüfung des pH-Wertes der Lösungen darf frühestens 12 Stunden nach Auflösung der Trockenrückstände erfolgen.

Um Konzentrationsänderungen durch Wandeffekte zu vermeiden, sind die einzelnen Lösungen in fest verschließbaren Polytetrafluorethylenbehältern aufzubewahren, die wiederum zur Vermeidung von Verdunstungsverlusten in Glasbehältern von kleinstmöglichen Abmessungen einzuschließen sind.

Eine so hergestellte Lösung kann benutzt werden, solange der pH-Wert im angegebenen Bereich liegt und solange die Aktivitätskonzentration (nach Berücksichtigung von Zerfallskorrekturen) keine Änderungen gegenüber dem Ausgangswert von mehr als 5 % aufweist.

7.2 Dekontaminationsmittel

Als Dekontaminationsmittel ist für die Prüfungen demineralisiertes Wasser mit einer maximalen Leitfähigkeit von 3 µS/cm bei einer Temperatur von (23 ± 2) °C zu verwenden.

8 Prüfkörper

8.1 Herstellung und Vorprüfung

Zur Prüfung können Prüfkörper mit mindestens einer ebenen Oberfläche ausreichender Größe (siehe Abschnitt 8.2) aus jedem geeigneten Material – wie nichtmetallische oder metallische Werkstoffe, Beschichtungssysteme, Fußbodenbeläge – gelangen. Die Prüfkörper müssen gegenüber dem Reinigungsgemisch (siehe Abschnitt 8.3) und den Kontaminationslösungen eine ausreichende Beständigkeit aufweisen. Diese Beständigkeit ist wie folgt zu prüfen: Ein mit dem Reinigungsgemisch getränkter Wattebausch wird auf die Prüffläche gelegt und mit einer Petrischale abgedeckt. Nach zehnminütigem Kontakt wird der Wattebausch entfernt und der Prüfkörper mit Wasser gespült. Danach wird der Prüfkörper für die Dauer einer Stunde bei (40 ± 5) °C getrocknet und einer Sichtprüfung unterzogen. Prüfkörper, die mehr als eine geringfügige Veränderung in Farbe und Glanzgrad aufweisen, sind zur Prüfung nicht geeignet.

8.1.1 Prüfkörper aus nichtmetallischen Werkstoffen

Zu prüfende nichtmetallische Werkstoffe – wie Hochpolymere, Glas, keramische Werkstoffe – müssen mit Oberflächen von anwendungstypischer Beschaffenheit vorliegen. Ist die Rückseite des Prüfkörpers porös oder ein unbeschichtetes Metall, so sind Rückseite und Kanten gut dekontaminierbar zu beschichten (z. B. mit einer Epoxid-, Polyurethan- oder Chlorkautschuk-Beschichtung).

Bei der Prüfung von Beschichtungen¹⁾ ist aus dem zugrundeliegenden Beschichtungsstoff eine Durchschnittsprobe nach DIN 53 225 zu entnehmen und nach DIN 53 226 zur Prüfung vorzubereiten.

Die Beschichtungsstoffe sind in anwendungstypischer Weise auf die Träger bzw. Unterlagen aufzutragen und nachzubehandeln; darüber hinausgehende verbessernde Behandlungen, wie z. B. zusätzliche Wärmealterung, sind nicht gestattet.

Das Fertigstellungsdatum der Prüfkörper ist anzugeben.

8.1.2 Prüfkörper aus metallischen Werkstoffen

Prüfkörper aus Metall oder mit metallischen Oberflächen sind in anwendungstypischer Weise vorzubehandeln. Zur Beschichtung der Rückseiten und Kanten siehe Abschnitt 8.1.1.

Die Oberflächenrauheit (Rauhtiefe R_a nach DIN 4763) ist vom Hersteller anzugeben und in die Beschreibung des zu prüfenden Materials aufzunehmen.

8.2 Anzahl und Maße

Zur Prüfung sind 15 Prüfkörper gleicher Art bereitzustellen, wovon mindestens 2 Gruppen von je 5 Prüfkörpern im Parallelversuch geprüft werden müssen.

Anmerkung: Die verbleibenden Prüfkörper werden für die Vorprüfungen nach Abschnitt 8.1 bzw. als Vergleichsprobekörper nach der Prüfung verwendet.

Die Prüfkörper müssen die Maße 50 mm × 50 mm haben. Die Toleranzen dieser Maße sind jeweils von –2 mm bis +10 mm. Die Dicke muß zwischen 1 mm und 10 mm liegen. Als Bezugsecke ist die Ecke zu wählen, deren Form dem rechten Winkel am nächsten kommt (in Bild 4 und Bild 5 mit R bezeichnet). Diese ist durch leichtes Einkratzen einer Markierung (×) auf der Rückseite jedes einzelnen Prüfkörpers zu kennzeichnen.

Andere Prüfkörpermaße und andere Herstellungsbedingungen bedürfen der Absprache und sind im Prüfbericht anzugeben.

Anmerkung: Prüfkörper, deren Maße 51 mm × 51 mm × 3,5 mm nicht überschreiten, können mit Hilfe von Aufbewahrungskästen für Diapositive zweckmäßig gelagert bzw. transportiert werden. Hierdurch wird vermieden, daß die zu prüfenden Oberflächen miteinander in Berührung kommen.

8.3 Vorbehandlung und Reinigung

Die Prüfkörper sind bei der Prüfstelle mindestens 14 Tage lang in einer reinen, nicht korrosiven Atmosphäre nach DIN 50 014 – 23/50-2 bei einer Temperatur von (20 ± 5) °C bei alseitigem Luftzutritt zu lagern. Diese Anforderung gilt nicht für Prüfkörper mit zu untersuchenden Oberflächen aus keramischen Werkstoffen oder Glas.

Die Reinigung der Prüfkörper erfolgt durch Wischen mit einem weichen Zellstofftuch. Hierfür wird die zu prüfende Oberfläche zunächst mit einem mit dem Reinigungsgemisch getränkten Zellstofftuch gewischt. Das Reinigungsgemisch besteht aus Petrolether (Siedebereich: 60 bis 80 °C) und Isopropanol (Mindestanteil 99 Vol.-%) zu gleichen Volumenteilen. Der Wischvorgang wird mit einem Zellstofftuch wiederholt, das mit dem Reinigungsgemisch schwach angefeuchtet ist. Es folgt ein abschließender Wischvorgang mit einem in reinem Wasser getränkten Zellstofftuch.

Der Wischvorgang wird an den Prüfkörpern jeweils fünfmal in einer Richtung vorgenommen, wobei je Streichvorgang ein frischer Teil des Tuches zu verwenden ist. Das Tuch ist nur einmal je Wischvorgang (5 Streichvorgänge) zu benutzen.

Schließlich werden die Prüfkörper zur Entfernung sämtlicher Fasern und Teilchen von der zu prüfenden Oberfläche mit reinem Wasser aus einer Spritzflasche gespült und für die Dauer von etwa 1 Stunde bei (40 ± 5) °C in senkrechter Position getrocknet.

Prüfkörper, die allseitig mit organischen Materialien beschichtet sind, können bei besonderen Anforderungen zusätzlich auch ohne jede vorausgehende Reinigung geprüft werden. In diesem Falle hat die Herstellung der Probekörper nach den Angaben des Herstellers bei der Prüfstelle unter Bedingungen zu erfolgen, die Verunreinigungen der zu untersuchenden Oberflächen ausschließen. Der Wegfall des Reinigungsschrittes ist im Prüfbericht zu vermerken.

¹⁾ Begriff siehe DIN 55 945

9 Durchführung der Prüfung

9.1 Ermittlung der spezifischen Impulsrate der jeweiligen Kontaminationslösungen

Auf drei Platten aus Fensterglas mit den Maßen 50 mm × 50 mm sind jeweils 100 µl der Kontaminationslösung dort aufzubringen, wo sich bei der Kontamination nach Abschnitt 9.2 der Mittelpunkt des Kontaminationsfleckes befinden würde. Hierfür ist die Positionierungshilfe (siehe Abschnitt 6.7) o. ä. zu verwenden. Nach dem Eintrocknen der Lösungstropfen bei maximal 45 °C sind die von den drei Glasplatten ausgehenden Impulsraten mit einem Meßgerät entsprechend Abschnitt 6.2 zu messen. **Dabei ist sicherzustellen, daß die Meßgeometrie (insbesondere der Abstand der kontaminierten Glasoberfläche vom Detektor) die gleiche ist, wie sie für die Messung an den Prüfkörpern vorgesehen wurde** (siehe Abschnitt 9.3.2).

Die Meßzeit beträgt für jede Platte 1 min. Es sind Korrekturen für die Nulleffekt-Impulsrate und gegebenenfalls für Totzeitverluste anzubringen.

Der Mittelwert aus den insgesamt 3 Meßergebnissen ist mit dem Faktor 10 zu multiplizieren und in Impulsen je Minute und Milliliter auszudrücken.

Für die beiden Kontaminationslösungen ist die Ermittlung jeweils getrennt vorzunehmen.

9.2 Kontamination

Die Kontamination ist mit Hilfe der in Bild 2 und Bild 3 dargestellten Vorrichtung wie folgt vorzunehmen:

Ein Prüfkörper ist in die Halterung (nach Abschnitt 6.7) einzuschieben, wobei die Bezugsecke wie in Bild 4 auszurichten ist. Die Kanten A und B des Prüfkörpers sind mit den Linien a und b (siehe Bild 4) der Positionierungshilfe in Berührung zu bringen, wobei dem Kontakt B-b Priorität zu geben ist. Danach wird der Prüfkörper durch Anziehen der Schrauben soweit gegen Teil U, der den Silikonkautschukring enthält, gepreßt, bis er an allen Kanten mit Teil U Kontakt hat (siehe Bild 3).

Die Kontamination der Prüfkörper erfolgt durch Aufbringen von 1 ml der Kontaminationslösung auf den Mittelpunkt des durch Teil U sichtbaren Kreises. Hierbei muß sich die Halterung in waagerechter Position befinden. Im Falle einer nicht sofortigen Benetzung der zu untersuchenden Fläche durch das Kontaminationsmittel bei stark hydrophoben Materialien kann zur Erzwingung des vollständigen Benetzens die Halterung leicht geneigt werden.

Um ein Verdunsten des Kontaminationsmittels zu vermeiden, wird die zentrale Öffnung von Teil U mit einer kleinen Petrischale abgedeckt.

Nach (120 ± 5) min ist die Kontaminationslösung so vollständig wie möglich mit einer Pipette abzusaugen. Hierfür ist eine Neigung der Halterung erforderlich. Danach ist die Halterung so aufzustellen, daß die kontaminierte Fläche des Prüfkörpers nach unten zeigt. Nach Entfernung der Muttern sind Teil L und anschließend der Prüfkörper senkrecht so abzuheben, daß eine Verteilung der Kontaminationslösung auf die nicht kontaminierten Stellen des Prüfkörpers vermieden wird.

Um Eindampfeffekte zu vermeiden, ist der Prüfkörper dann schnell an dem Rührkäfig zu befestigen und die Dekontamination sofort nach abgeschlossener Befestigung einer Prüfkörpergruppe einzuleiten. Das Entfernen der Prüfkörper aus der Halterung und ihre Befestigung an dem Rührkäfig darf nicht mehr als 12 Minuten in Anspruch nehmen.

9.3 Dekontamination

9.3.1 Arbeitsverfahren

Zur Dekontamination werden 5 Prüfkörper mit Hilfe von dünnen Gummiringen oder Spiralfedern aus säurebestän-

digem Stahl an den Fenstern der Rührkäfig-Apparatur so befestigt, daß der Kontaminationsfleck nach innen zeigt.

Um sicherzustellen, daß sich der Kontaminationsfleck des jeweiligen Prüfkörpers mittig im Rührkäfigfenster befindet, ist der Prüfkörper so anzubringen, daß die Bezugsecke die unten rechts befindliche Ecke des Käfigfensters abdeckt. Die Kanten A und B des Prüfkörpers sind mit den Anlegekanten d und e in Deckung zu bringen, wobei dem Kontakt B-e Priorität zu geben ist (siehe Bild 5).

Das sechste Rührkäfigfenster ist mit einem dünnen Blech aus säurebeständigem Stahl zu schließen. Solche Stahlbleche sind auch als Träger für sehr dünne Prüfkörper zu verwenden, die sonst nicht über eine ausreichend ebene Oberfläche verfügen würden.

Der Rührkäfig wird in (900 ± 20) ml demineralisiertes Wasser (nach Abschnitt 7.2) so eingetaucht, daß er den Boden des Becherglases berührt (siehe Bild B.1). Von den Festlegungen nach Abschnitt 6.1 abweichende Bechergläser sind auf den in Bild 5 dargestellte Mindestwasserstand aufzufüllen. Die Ausgangstemperatur des Wassers muß (23 ± 2) °C betragen.

Anschließend wird der Rührer für die Dauer von 2,5 Minuten mit (100 ± 5) Umdrehungen je Minute betrieben. Das Becherglas wird durch ein zweites mit Wasser gefülltes Becherglas ersetzt und der Rührer für weitere 10 Sekunden betrieben. Die Prüfkörper werden vom Rührkäfig abgenommen und in aufrechter Lage bei (40 ± 5) °C im Trockenschrank getrocknet.

Anmerkung: Wird eine Prüfung auf Rekontamination durch die Kontaminationslösung für erforderlich erachtet, so kann das als Verschluß für das sechste Fenster dienende Stahlblech durch einen nicht kontaminierten Prüfkörper ersetzt werden.

9.3.2 Ermittlung der Restimpulsrate

Nach der Trocknung ist die Impulsrate der dekontaminierten Prüfkörper mit dem unter Abschnitt 9.1 benutzten Meßgerät zu messen. Die Meßgeometrie, d. h. der Abstand und die Lage von Prüfkörper und Detektor zueinander, muß bei allen Messungen gleich sein.

Unmittelbar vor der Messung der Restimpulsraten der Prüfkörper ist die Impulsrate des Nulleffektes an einem nicht kontaminierten Prüfkörper zu messen.

Jede Messung der Restimpulsrate ist einmal durchzuführen. Der oben erwähnte Nulleffekt ist abzuziehen, Totzeitverluste sind zu berücksichtigen. Gezählt wird bis zur Aufsammlung von 5000 Nettoimpulsen oder für die Dauer von 10 min. Dabei ist die Meßweise mit dem geringeren Zeitbedarf zu verwenden.

10 Berechnung der Ergebnisse und Bewertung der Dekontaminierbarkeit

Nach der Dekontamination ist das arithmetische Mittel aus den Restimpulsraten der fünf zu einer Gruppe gehörenden Prüfkörper für ^{60}Co und ^{137}Cs getrennt zu errechnen. Die Ergebnisse sind in Impulsen je Minute auszudrücken und zur Berechnung der jeweiligen normierten mittleren Restimpulsraten nach folgender Gleichung heranzuziehen.

$$\text{Normierte mittlere Restimpulsrate} = \frac{\text{Mittlere Restimpulsrate}}{\text{Spezifische Impulsrate}} \cdot \frac{3 \cdot 10^6}{\text{Spezifische Impulsrate}}$$

Die Berechnung erfolgt jeweils getrennt für ^{60}Co und ^{137}Cs .

Anmerkung: Der Wert $3 \cdot 10^6$ Impulse je Minute und Milliliter ist der der Bewertungstabelle zugrundeliegende Referenzwert der spezifischen Impulsrate der Kontaminationslösungen.