

DIN ISO 9271



ICS 13.280; 27.120.01; 27.120.20; 71.100.40

Einsprüche bis 2023-12-20
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 9271:1995-10

Entwurf

**Dekontamination von radioaktiv kontaminierten Oberflächen –
Prüfung von Dekontaminationswaschmitteln für Textilien
(ISO 9271:2023);
Text Deutsch und Englisch**

Decontamination of radioactively contaminated surfaces –
Testing of decontamination agents for textiles (ISO 9271:2023);
Text in German and English

Décontamination des surfaces contaminées par la radioactivité –
Essai des agents de décontamination pour les textiles (ISO 9271:2023);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-10-20 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nmp@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 70 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	6
Vorwort	7
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe und Symbole	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Symbole	12
4 Kurzbeschreibung	12
5 Prüfeinrichtung	13
5.1 Becher	13
5.2 Strahlungsdetektor	13
5.3 Pipetten	14
5.4 Zwei Polytetrafluorethylen- (PTFE)- oder Quarz-Ampullen	14
5.5 Thermostat	14
5.6 Vorratsflaschen	14
5.7 Trockenschrank	15
5.8 Halterung	15
5.9 Rührkäfig-Prüfeinrichtung	15
6 Kontamination und Dekontaminationswaschmittel	15
6.1 Kontaminationslösungen	15
6.1.1 Zusammensetzung der Kontaminationslösungen	15
6.1.2 Herstellung der Kontaminationslösungen	15
6.1.3 Lagerung der Kontaminationslösung	16
6.2 Dekontaminationswaschmittel	16
7 Kontaminierte Textilprobe	17
7.1 Referenzmaterialien	17
7.2 Anzahl und Abmessungen der kontaminierten Textilproben	17
8 Durchführung	17
8.1 Bestimmung der spezifischen Impulsrate jeder Kontaminationslösung	17
8.2 Herstellung der Textilproben	18
8.3 Kontamination	18
8.3.1 Vorbereitung	18
8.3.2 Durchführung	19
8.4 Dekontamination	19
8.4.1 Vorbereitung	19
8.4.2 Durchführung	19
8.5 Bestimmung der Restimpulsrate I_r	20
9 Berechnung der Ergebnisse und Bewertung der Dekontaminierbarkeit	20
10 Prüfbericht	21
Anhang A (informativ) Probenhalter	22
Anhang B (normativ) Rührkäfig-Prüfeinrichtung zur Dekontamination	23
Anhang C (informativ) Gleichungen für die Herstellung von ^{60}Co - und ^{137}Cs - oder ^{134}Cs -Kontaminationslösungen	32
C.1 Allgemeines	32
C.2 Gewünschtes Endvolumen der Kontaminationslösung	32
C.3 Gesamtaktivität der Lösung	32
C.3.1 Charakterisierung der Aktivität unter Verwendung der Zerfallsrate	32
C.3.2 Charakterisierung der Aktivität unter Verwendung der Impulsrate	32

C.4	Volumen V der Ausgangs-Radionuklidlösung entsprechend der beschriebenen Gesamtaktivität oder Gesamtpulsrate in C.3	33
C.5	Erforderliche Trägermenge	33
C.5.1	Angepasster Trägerbeitrag im Endprodukt: $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$	33
C.5.2	Trägerbeitrag aus der Ausgangs-Radionuklidlösung	33
C.5.3	Erforderlicher Trägerbeitrag durch Zugabe von Trägerlösung	33
Anhang D (informativ)	Beispiel für einen Prüfbericht	35
D.1	Prüfbericht für die nach diesem Dokument bestimmte Dekontaminierbarkeit textiler Gewebe	35
D.2	Zusätzliches Formular zu Punkt 1.3 der Liste	36
	Literaturhinweise	37

Bilder

Bild 1	— Geometrische Anforderungen an einen Strahlungsdetektor (Querschnitt)	14
Bild 2	— Verwendung des Probenhalters	18
Bild 3	— Lage des Probenhalters während der Kontamination	19
Bild A.1	— Probenhalter — Unterer Teil	22
Bild A.2	— Probenhalter — Oberer Teil	22
Bild B.1	— Allgemeiner Aufbau der Rührkäfig-Prüfeinrichtung	23
Bild B.2	— Rührer-Stützsäule	25
Bild B.3	— Rührerachse	26
Bild B.4	— Kugellagerhalterung	27
Bild B.5	— Lagerbuchse für Rührerachse	27
Bild B.6	— Obere hexagonale Platte	28
Bild B.7	— Verbindungsteil	29
Bild B.8	— Rührblatt	30
Bild B.9	— Untere hexagonale Platte	31

Tabellen

Tabelle 1	— Bewertung der Dekontaminierbarkeit	21
Tabelle B.1	— Liste der Teile in Bild B.1	24

Nationales Vorwort

Dieses Dokument enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm ISO 9271:2023, die vom Technischen Komitee ISO/TC 85 „Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection“ erarbeitet wurde, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-07-63 AA „Radionuklidlaboratorien“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 15	siehe	DIN ISO 15
ISO 273	siehe	DIN EN 20273
ISO 2009	siehe	DIN EN ISO 2009
ISO 2010	siehe	DIN EN ISO 2010
ISO 2267	siehe	DIN ISO 2267
ISO 3819	siehe	DIN EN ISO 3819
ISO 4762	siehe	DIN EN ISO 4762
ISO 6330	siehe	DIN EN ISO 6330
ISO 7503-1	siehe	DIN ISO 7503-1 (VDE 0493-2-5031)
ISO 7503-3	siehe	DIN ISO 7503-3 (VDE 0493-2-5033)
ISO 11074	siehe	DIN EN ISO 11074
ISO 20042	siehe	DIN EN ISO 20042 (VDE 0493-2042)
ISO 21920-1	siehe	DIN EN ISO 21920-1
ISO 80000-10	siehe	DIN EN ISO 80000-10

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 9271:1995-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich wurde neu formuliert und festgelegt;
- b) Öffnung für weitere Anwendungen;
- c) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- d) Hinzufügung von Symbolen der verwendeten Messgrößen;
- e) Verbesserung des Aufbaus;
- f) Verbesserung der Lesbarkeit;
- g) Anpassung an aktuelle Normen;

- h) Hinzufügung eines neuen Formulars im Anhang mit einer Beschreibung der Eigenschaften der zu prüfenden Waschmittel.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 20273, *Mechanische Verbindungselemente — Durchgangslöcher für Schrauben*

DIN EN ISO 2009, *Senkschrauben mit Schlitz — Produktklasse A*

DIN EN ISO 2010, *Linsensenkschrauben mit Schlitz — Produktklasse A*

DIN EN ISO 3819, *Laborgeräte aus Glas — Becher*

DIN EN ISO 4762, *Zylinderschrauben mit Innensechskant*

DIN EN ISO 6330, *Textilien — Nichtgewerbliche Wasch- und Trocknungsverfahren zur Prüfung von Textilien*

DIN EN ISO 11074, *Bodenbeschaffenheit — Wörterbuch*

DIN EN ISO 20042 (VDE 0493-2042), *Bestimmung der Radioaktivität — Gammastrahlung emittierende Radionuklide — Allgemeines Messverfahren mittels Gammaspektrometrie*

DIN EN ISO 21920-1, *Geometrische Produktspezifikation (GPS) — Oberflächenbeschaffenheit: Profile — Teil 1: Angabe der Oberflächenbeschaffenheit*

DIN EN ISO 80000-10, *Größen und Einheiten — Teil 10: Atom- und Kernphysik*

DIN ISO 15, *Wälzlager — Radiallager — Hauptmaße, Maßplan*

DIN ISO 2267, *Grenzflächenaktive Stoffe — Darstellung von verschiedenen Wascheinflüssen — Methoden zur Herstellung und Verwendung von fleckenfreiem Baumwollbezugsgewebe*

DIN ISO 7503-1 (VDE 0493-2-5031), *Bestimmung der Radioaktivität — Messung und Bewertung der Oberflächenkontamination — Teil 1: Allgemeine Grundlagen*

DIN ISO 7503-3 (VDE 0493-2-5033), *Bestimmung der Radioaktivität — Messung und Bewertung der Oberflächenkontamination — Teil 3: Gerätekalibrierung*

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC Directives, Teil 1, beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC Directives, Teil 2, erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 85, *Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection*, Unterkomitee SC 2, *Radiological protection*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 9271:1992), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- der Anwendungsbereich wurde neu formuliert und festgelegt;
- Öffnung für weitere Anwendungen;
- Hinzufügung von Symbolen der verwendeten Messgrößen;
- Verbesserung des Aufbaus;
- Verbesserung der Lesbarkeit;
- Anpassung an aktuelle Normen;
- Hinzufügung eines neuen Formulars im Anhang mit einer Beschreibung der Eigenschaften der zu prüfenden Waschmittel.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Beim Einsatz von Radioaktivität besteht immer ein Risiko, dass Textilien durch den Kontakt mit in Lösungen oder in der Luft enthaltener Radioaktivität kontaminiert werden können.

Es ist üblicherweise erforderlich, diese Kontamination zu beseitigen, um das Risiko, dass Personen die Radioaktivität an der Oberfläche versehentlich aufnehmen, zu verringern. Die Dekontaminierbarkeit von Textilien ist daher ein wichtiger Parameter, der bei der Auswahl der zu verwendenden Stoffe z. B. für Einrichtungen in der nuklearen Industrie, in Radionuklid-Laboren oder für nuklearmedizinische Einrichtungen zu berücksichtigen ist.

Dieses Dokument legt ein quantitatives Verfahren für die Prüfung der Dekontaminierbarkeit von textilem Gewebe unter objektiven Bedingungen fest. Das Verfahren ermöglicht den Vergleich verschiedener textiler Materialien, um Entscheidungen zu Textilien für den Einsatz bei verschiedenen Anwendungen zu unterstützen.

Für die Prüfung werden radioaktive Lösungen auf eine Probe des untersuchten Materials aufgebracht. Die Lösungen enthalten Radionuklide, die häufig in der nuklearen Industrie anzutreffen sind (^{60}Co , ^{137}Cs oder ^{134}Cs), und liegen in wässriger Form vor. Die Textilien werden anschließend mit den zu prüfenden Wasch- oder Reinigungsmitteln gereinigt, und die Restaktivität auf den Textilien wird gemessen, um ein quantitatives Maß für die Dekontaminierbarkeit zu erhalten.

Die durch dieses Prüfverfahren gewonnenen Informationen ermöglichen die Optimierung bei der Wahl von Dekontaminationswaschmitteln für Textilien. Dadurch sollten ein geringerer Bedarf an Stoffen und Wasser in Textilreinigungsbetrieben und folglich eine Kosteneinsparung bei der Behandlung von radioaktiven Abfällen durch Filtrierung, Verdampfung, Verfestigung sowie bei der Entsorgung erzielt werden.

Falls der Kunde eine Prüfung der Eignung seiner Dekontaminationswaschmittel mit anderen radiochemischen Stoffen wünscht, die Alpha- und Betastrahlen emittierende Radionuklide enthalten, sind andere Verfahren und Messtechniken anzuwenden (wie Flüssigszintillationszählung), die in diesem Dokument nicht beschrieben werden.

Vergleichsprüfungen können mit allen möglichen Kombinationen von textilen Materialien und Radionukliden, die in homogenen Lösungen enthalten sind, durchgeführt werden. Anorganische oder organische Lösungen können verwendet werden, und diese sollten auf einem Lösemittel basieren, das bei Raumtemperatur verdampft. Eine Bewertung der Ergebnisse einer Reihe von Vergleichsprüfungen wird auf der Grundlage der mittleren Restimpulsraten durchgeführt.

Um die allgemeine Qualifikation eines Dekontaminationswaschmittels als einzelnes Produkt zu ermöglichen, legt dieses Dokument ein Prüf- und Bewertungsverfahren fest, das auf ^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs beruht, die auf international genormtes Baumwollgewebe aufgebracht werden. Diese beiden Radionuklide wurden ausgewählt, weil sie die wichtigsten in der Kernindustrie vorkommenden Quellen radioaktiver Verunreinigung darstellen. Das ausgewählte Baumwollgewebe ist das einzige Referenzmaterial, das auf diesem Gebiet erhältlich ist. Die Bewertung des Ergebnisses einer einzelnen Prüfung erfolgt anhand einer Bewertungstabelle der resultierenden Restimpulsraten auf der Grundlage von Ringversuchen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument ist anwendbar für die Prüfung der Dekontamination von Textilien, die durch radioaktive Stoffe kontaminiert sind.

Das Prüfverfahren beschreibt die Technik zur Bewertung der Wirksamkeit von Dekontaminationswaschmitteln (siehe ISO 7503-1 und ISO 7503-3).

Dieses Dokument ist für die Prüfung von Waschmitteln anwendbar, die in wässrigen Lösungen für den Zweck der Reinigung radioaktiv kontaminierter Textilien angewendet werden dürfen.

Bei den in dieser Prüfung verwendeten Radionukliden handelt es sich um die in der nuklearen Industrie häufig vorkommenden Radionuklide (^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs) in wässriger Form. Abhängig von den Anforderungen des Kunden kann die Prüfung auch für die Verwendung mit anderen Radionukliden und anderen chemischen Formen angepasst werden, sofern die Lösungen chemisch stabil sind und die Untersuchungsprobe nicht beschädigen.

Das Prüfverfahren ist nicht geeignet, wenn das Radionuklid niederenergetische Gammastrahlen, wie ^{55}Fe , oder niederenergetische Beta- oder Alpha-Partikel emittiert, die in textilen Geweben schnell abgeschwächt werden, oder falls das Radionuklid chemisch oder isotopisch mit dem bei dem Verfahren verwendeten Waschmittel interagiert (z. B. Tritium, das in mehreren chemischen Formen vorliegen könnte).

Das Prüfverfahren ist nicht für die Prüfung der Fähigkeit von Waschmitteln, nicht radioaktiven Schmutz zu beseitigen, anwendbar.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 2174, *Surface active agents — Preparation of water with known calcium hardness*

ISO 2267, *Surface active agents — Evaluation of certain effects of laundering — Methods of preparation and use of unsoiled cotton control cloth*

ISO 3819, *Laboratory glassware — Beakers*

ISO 6330, *Textiles — Domestic washing and drying procedures for textile testing*

ISO 11074, *Soil quality — Vocabulary*

ISO 80000-10, *Quantities and units — Part 10: Atomic and nuclear physics*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

ISO/IEC Guide 99, *International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 11074, ISO 80000-10, ISO/IEC Guide 98-3, ISO/IEC Guide 99 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Begriffe

3.1.1

Kontamination

radioaktive Substanzen, die sich auf Textilien abgesetzt haben

3.1.2

kontaminierte Textilprobe

Stücke textiler Referenzmaterialien, die in einer festgelegten Weise kontaminiert sind, und zur Bestimmung der Wirksamkeit von Dekontaminationswaschmitteln verwendet werden

3.1.3

Dekontamination

vollständige oder teilweise Beseitigung radioaktiver *Kontamination* (3.1.1) durch einen absichtlichen physikalischen, chemischen oder biologischen Prozess

[QUELLE: ISO 12749-3:2015, 3.7.11.2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Es wird bevorzugt, dass Dekontamination die Eigenschaften der Oberfläche nicht wesentlich verändert.

3.1.4

spezifische Impulsrate

I_s

Impulsrate, die in einem Messgerät unter vorgegebenen geometrischen Bedingungen durch 1 ml Kontaminationslösung verursacht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Impulsen je Minute, genormt auf 1 ml der Kontaminationslösung angegeben. Impulsraten werden von Zählraten unter Anwendung von Totzeit- und Nulleffekt-Korrekturen abgeleitet.

3.1.5

Restimpulsrate

I_r

Impulsrate, die in einem Messgerät unter vorgegebenen geometrischen Bedingungen durch das nach einer *Dekontamination* (3.1.3) auf der geprüften Seite der Probe zurückgebliebene Radionuklid verursacht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: I_r wird in Impulsen je Minute angegeben.

3.1.6

mittlere Restimpulsrate

$\bar{I}_r$

arithmetisches Mittel der Werte der Restimpulsrate, die für fünf Untersuchungsproben erhalten wurden, welche durch das gleiche Radionuklid kontaminiert wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Impulsen je Minute angegeben.

3.1.7

normierte mittlere Restimpulsrate

korrigierter Wert der *mittleren Restimpulsrate* (3.1.6)

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Korrekturfaktor wird durch Division eines Referenzwertes der spezifischen Impulsrate durch die Impulsrate einer bei der Prüfung verwendeten Kontaminationslösung erhalten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie wird in Impulsen je Minute angegeben.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Korrekturfaktor wird mit dem Ziel angewendet, Schwankungen der spezifischen Impulsraten von in unterschiedlichen Prüflaboratorien verwendeten Kontaminationslösungen auszugleichen.

3.1.8

resultierende Restimpulsrate

$I_{r,fin}$

arithmetisches Mittel der für ^{60}Co und ^{134}Cs oder ^{137}Cs erhaltenen *normierten mittleren Restimpulsrate* (3.1.7)

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird in Impulsen je Minute angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dies ist die Impulsrate, die in einem Messgerät unter vorgegebenen geometrischen Bedingungen durch das nach einer *Dekontamination* (3.1.3) auf der geprüften Seite der Probe zurückgebliebene Radionuklid verursacht wird.

3.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole.

A	Aktivität des Radionuklids [Bq]
A_S	spezifische Aktivität des Radionuklids [$\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}$]
A_E	Aktivität des Radionuklids in der Kontaminationslösung [Bq]
$D_{\min}$	Abstand zwischen dem Mittelpunkt der kontaminierten Fläche und dem Rand der empfindlichen Querschnittsfläche des Detektors [mm]
h	Abstand der kontaminierten Prüfoberfläche von der Detektoroberfläche [mm]
m	Masse [g]
M	molare Masse [$\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$]
r	Endvolumen der Kontaminationslösung [ml]
s	Aktivitätskonzentration der Stammlösung [$\text{MBq} \cdot \text{ml}^{-1}$]
q	Trägerkonzentration [$\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$]
τ	Trägerkonzentration der Ausgangs-Radionuklidlösung [$\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$]
t	Zeit [s]
$t_{1/2}$	Halbwertszeit [Jahre]
u	Trägerkonzentration, in Mol je Liter [$\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$]
V	Volumen [l]

4 Kurzbeschreibung

Eine Probe des textilen Materials wird unter Verwendung einer Lösung, die ^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs enthält, kontaminiert. Die Emission aus der Probe wird mit einem Detektor gemessen. Die Probe, die aus dem textilen Referenzmaterial besteht, wird unter Verwendung einer Lösung des zu prüfenden Dekontaminationswaschmittels dekontaminiert. Die Emission wird erneut gemessen, und das Ergebnis wird mit dem Ergebnis der ersten Messung verglichen, um die Dekontaminierbarkeit zu quantifizieren.

Es werden getrennte Kontaminationslösungen hergestellt, die ^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs enthalten (Trägerkonzentration: $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$; pH 4). 100- μl -Proben dieser Lösungen werden mit einem Großflächenstrahlungsdetektor gemessen. Aus den Messergebnissen werden die spezifischen Impulsraten der Kontaminationslösungen berechnet.

Proben des zu prüfenden Materials werden zunächst über eine festgelegte Fläche mit den Kontaminationslösungen behandelt und anschließend mit entmineralisiertem Wasser dekontaminiert. Die Restimpulsrate I_r wird durch Messung der kontaminierten Proben bestimmt.

Die normierten mittleren Restimpulsraten $\overline{I_{r,n}}$ werden für jedes Radionuklid berechnet. Der arithmetische Mittelwert der entsprechenden Werte für ^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs (resultierende Restimpulsrate $I_{r,\text{fin}}$) wird für die Bewertung der Dekontaminierbarkeit mittels einer empirisch gewonnenen Klassifizierung verwendet.

5 Prüfeinrichtung

Für die Prüfung der Dekontaminierbarkeit von Textilien müssen neben üblichen Laborgeräten folgende Ausrüstungen verwendet werden.

5.1 Becher

Zwei Becher der niedrigen Bauart mit einem Fassungsvermögen von 2 000 ml und in Übereinstimmung mit den Anforderungen von ISO 3819.

5.2 Strahlungsdetektor

Für die Bestimmung der Impulsrate ist ein Detektor mit zugehöriger Elektronik erforderlich. Geeignete Detektoren sind Feststoff-Szintillationsdetektoren (z. B. $\text{NaI}(\text{Tl})$, $\text{LaBr}_3(\text{Ce})$, CeBr_3) und Halbleiter-Detektoren, die selektiv für Gammastrahlung sind (siehe [8]).

ANMERKUNG Die Empfindlichkeit und der Wirkungsgrad hängen von der Größe des Szintillator-Kristalls oder vom Halbleiter-Detektor ab.

Die Mindestgröße der empfindlichen Detektorfläche muss ein Kreis mit einem Durchmesser von 30 mm sein, in der Praxis ist jedoch auf Grund der festgelegten geometrischen Anforderung üblicherweise eine größere empfindliche Fläche erforderlich.

Um die geometrischen Anforderungen zu erfüllen, darf das Verhältnis

$$\frac{D_{\min} - 12,5}{h}$$

nicht kleiner als 3 sein.

Dabei ist

$D_{\min}$ der kleinste Abstand, in Millimeter, von der Projektion des Mittelpunktes der kontaminierten Fläche auf den Detektorquerschnitt, bis zum Rand der empfindlichen Detektorfläche;

h der Abstand, in Millimeter, zwischen der kontaminierten Prüfoberfläche und der Detektor-Oberfläche (siehe Bild 1).

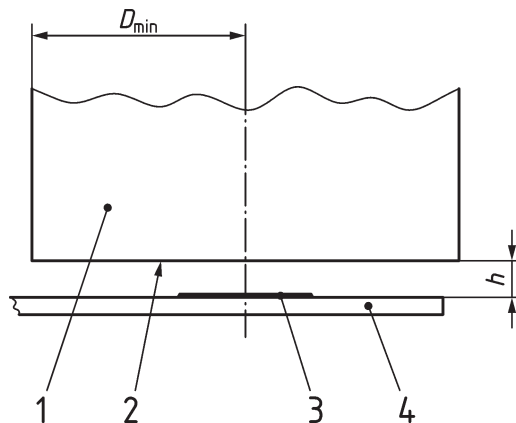
Wenn die geometrische Anforderung

$$\frac{D_{\min} - 12,5}{h} \geq 3$$

nicht eingehalten wird, darf ein Detektor mit einer kreisförmigen empfindlichen Fläche von mindestens 30 mm Durchmesser unter der Voraussetzung verwendet werden, dass

- a) für die Bestimmung der spezifischen Impulsrate (siehe 8.1) die 100 µl Kontaminationslösung auf die Mitte der Textilprobe aufgebracht werden;
- b) die unter diesen geometrischen Bedingungen gemessene Nettoimpulsrate von 100 µl Kontaminationslösung nicht unter 200 000 Impulsen je Minute liegt (siehe 6.1.1, 8.1 und Anhang C).

Die geometrischen Anforderungen an den Strahlungsdetektor sind in Bild 1 dargestellt.



Legende

- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1 Detektor | h Abstand, in Millimeter |
| 2 empfindliche Fläche des Detektors | $D_{\min}$ kleinster Abstand, in Millimeter |
| 3 kontaminierte Fläche | |
| 4 Untersuchungsprobe | |

Bild 1 — Geometrische Anforderungen an einen Strahlungsdetektor (Querschnitt)

5.3 Pipetten

Zwei Pipetten mit Einwegspitzen, mit einem Fassungsvermögen von 100 µl.

5.4 Zwei Polytetrafluorethylen- (PTFE)- oder Quarz-Ampullen

Es sind zwei Polytetrafluorethylen- (PTFE)-Ampullen zur Herstellung der Kontaminationslösung

oder

zwei Quarz-Ampullen für die Aktivierung der inaktiven Stammlösung im Neutronenreaktor erforderlich.

5.5 Thermostat

Ein Thermostat zum Einstellen und Aufrechterhalten der Prüftemperatur von 60 °C.

5.6 Vorratsflaschen

Es sind zwei Flaschen aus Polytetrafluorethylen (PTFE) für die Lagerung der radioaktiven Stammlösung erforderlich.

ANMERKUNG Andere fluorierte Werkstoffe mit ähnlicher chemischer Beständigkeit sind mögliche Alternativen zu Polytetrafluorethylen (PTFE), wie z. B. Polytetrafluorethylen/Perfluorpropylen (PTFE/PFP), Perfluoralkoxyalkan (PFA) und Poly(vinylidenfluorid) (PVDF).

5.7 Trockenschrank

Trockenschrank zum Trocknen der Textilproben in ihren entsprechenden Haltern.

5.8 Halterung

Zehn Probenhalter (5 für jedes Radionuklid) aus Poly(methylmethacrylat) (PMMA), die als Positionierungshilfen für den Kontaminationsschritt dienen (siehe Anhang A).

5.9 Rührkäfig-Prüfeinrichtung

Eine Rührkäfig-Prüfeinrichtung für sechs Untersuchungsproben muss nach Anhang B verwendet werden. Die Prüfeinrichtung muss über einen Motor verfügen, der das Drehen des Rührers mit 100 1/min ermöglicht.

6 Kontamination und Dekontaminationswaschmittel

6.1 Kontaminationslösungen

6.1.1 Zusammensetzung der Kontaminationslösungen

Die Untersuchungsproben müssen durch die Radionuklide ^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs , die jeweils in gesonderten Lösungen enthalten sind, kontaminiert werden.

Nach Absprache mit dem Prüflabor können andere Radionuklide in wässrigen Lösungen, die in ihrer Art und ihrem chemischen Verhalten für den vorgesehenen Verwendungszweck der textilen Gewebe möglicherweise besser geeignet sind, verwendet werden.

Jedoch müssen die Kontaminationslösungen chemisch stabil sein und dürfen die Untersuchungsproben nicht zersetzen. Die dekontaminierten Proben müssen stabil sein, um die Messung der Restkontamination zu ermöglichen. Besondere Messverfahren können bei Radionukliden erforderlich werden, deren Emissionen zur Absorption neigen.

Die Aktivitätskonzentration der Kontaminationslösung muss so eingestellt sein, dass eine eingedampfte 100- μl -Probe eine Impulsrate von mindestens 200 000 Impulsen je Minute im Detektor nach einer Totzeit- und Nulleffekt-Korrektur ergibt.

ANMERKUNG Eine Aktivitätskonzentration von $0,2 \text{ MBq}\cdot\text{ml}^{-1}$ reicht üblicherweise aus, um die Anforderung zu erfüllen.

Die Radionuklide müssen mit einer Trägerkonzentration von $(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-5} \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$ in einer Salpetersäurelösung mit einem pH-Wert von $4,0 \pm 0,2$ verwendet werden. Um sicherzustellen, dass die Aktivitätskonzentration den pH-Wert der Kontaminationslösung nicht verändert, wird diese monatlich oder vor Gebrauch überprüft. Dies muss mit jeweils einer Probe jeder Kontaminationslösung erfolgen.

6.1.2 Herstellung der Kontaminationslösungen

6.1.2.1 Außer Co^{2+} - und Cs^{+} -Ionen sowie den entsprechenden Nitrationen dürfen die Radionuklid-Stamm-lösungen keine Bestandteile enthalten, die im Rückstand zurückbleiben, wenn die Lösungen wie in 6.1.2.6 beschrieben eingedampft wurden.

Alle Reagenzien müssen analysenrein (zur Analyse) oder von besserer Reinheit sein.

6.1.2.2 Mithilfe der für die Aktivitätskonzentrationen der ^{60}Co - und ^{137}Cs - oder ^{134}Cs -Stammlösungen verfügbaren Daten können die Mengen dieser Lösungen berechnet werden, die für die Herstellung der gewünschten Mengen der Kontaminationslösungen zu verwenden sind. Gleichungen für die Herstellung der Kontaminationslösungen sind in Anhang C angegeben.

6.1.2.3 Der nächste Schritt besteht darin, aus diesen Einsatzmengen die von den Radionukliden eingebrachten Trägermengen zu berechnen, und aus diesen wiederum die Mengen der Cobalt(II)-nitrat- $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2]$ - beziehungsweise Cäsiumnitrat- (CsNO_3) -Lösungen, die zugegeben werden müssen, damit in den einzelnen Lösungen eine Trägerkonzentration von $(1,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-5} [\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}]$ erreicht wird.

6.1.2.4 Diese Mengen der Trägerlösungen werden in Polytetrafluorethylen-Gefäße gegeben, deren Größe eine Verdünnung der Lösungen auf ihr Endvolumen erlaubt. Um die Verdrängung von Chloridionen zu verstärken, die in den Radionuklid-Stammlösungen enthalten sein können, werden 5 ml (hochreine) Salpetersäurelösung $[\text{HNO}_3 = 1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}]$ je 90 ml des Endvolumens der Kontaminationslösung zugesetzt.

6.1.2.5 Schließlich werden die berechneten Mengen der ^{60}Co - und ^{137}Cs - oder ^{134}Cs -Stammlösungen zur Trägerlösung gegeben.

6.1.2.6 In einem Abzug werden die Mischungen bis zur Trockenheit unter Infrarotlampen (oder einer Einrichtung, die genügend Wärme erzeugt) eingedampft, bis die Rauchentwicklung aufhört.

6.1.2.7 Anschließend werden die Gefäße für weitere 2 h mit den Infrarotlampen erwärmt, die im Vergleich zu ihrem ursprünglichen Standort im doppelten Abstand aufgestellt werden.

6.1.2.8 Nach dem Abkühlen werden die Gefäße bis zu dem entsprechenden Endvolumen durch Zugabe von Salpetersäure mit einem pH-Wert von 4 aufgefüllt.

ANMERKUNG Salpetersäure mit einem pH-Wert von 4 wird hergestellt, indem 7 µl Salpetersäure ($\rho = 1,4 \text{ g} \cdot \text{ml}^{-1}$) zu 1 l Wasser mit doppelt destilliertem Wasser verdünnt werden.

6.1.2.9 Die spezifischen Impulsraten der sorgfältig homogenisierten Lösungen werden nach 8.1 überprüft, wie auch der pH-Wert.

6.1.3 Lagerung der Kontaminationslösung

Um Wandeffekte zu vermeiden, durch die sich die Konzentration ändern kann, müssen die einzelnen Lösungen in gut verschlossenen Polytetrafluorethylen-Behältern aufbewahrt werden, die wiederum in Glasbehältern mit kleinstmöglichen Abmessungen eingeschlossen sind, um das Risiko der Verdunstung zu verringern.

Eine nach diesem Verfahren hergestellte Lösung kann verwendet werden, solange ihr pH-Wert im festgelegten Bereich liegt und die Aktivitätskonzentration sich (nach Anwendung von Zerfallskorrekturen) um nicht mehr als 5 % gegenüber ihrem Anfangswert geändert hat.

6.2 Dekontaminationswaschmittel

Für die Prüfung müssen die Dekontaminationswaschmittel als Lösungen mit einer Konzentration von $7,5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ verwendet werden. Empfiehlt der Hersteller eine geringere Konzentration, um die optimale Leistung zu erreichen, darf eine Prüfung mit dieser geringeren Konzentration durchgeführt werden, entweder

- a) als zusätzliche Prüfung; oder
- b) statt der Prüfung unter Norm-Konzentrationsbedingungen.

Im Fall b) darf eine Bewertung nach Tabelle 1 (siehe Abschnitt 9) durchgeführt werden, wobei die Abweichung jedoch im Prüfbericht angegeben werden muss, z. B.:

„Die angegebenen Ergebnisse sind mit den Standard-Prüfergebnissen nicht vollkommen vergleichbar, wegen der abweichenden Prüfkonzentration des Dekontaminationswaschmittels, die zum Beispiel statt $7,5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ $3 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ betragen hat.“

Empfiehlt der Hersteller eine höhere Konzentration, um die optimale Leistung zu erreichen, darf eine zusätzliche Prüfung mit der empfohlenen Konzentration durchgeführt werden.

Als Lösemittel muss entionisiertes Wasser mit einer Leitfähigkeit von höchstens $3 \mu\text{S}/\text{cm}$ verwendet werden. Die Lösungen dürfen nicht früher als 1 h vor jeder Anwendung hergestellt werden.

7 Kontaminierte Textilprobe

7.1 Referenzmaterialien

Als Referenzmaterial muss das Standardbaumwollgewebe nach den Festlegungen in ISO 2267 verwendet werden. Dieses Gewebe muss in einer Trommelwaschmaschine auf folgende Weise vorbehandelt werden.

Programmablauf: Dreimal Waschen bei 60°C (Buntwäsche-Programm), ohne Vorwäsche: gefolgt von einem vollständigen Spülprogramm.

Beladung: 1 m^2 Standardbaumwollgewebe (ohne weitere Beladung).

Waschmittel: 80 g ECE^1 -Bezugswaschmittel, beschrieben in ISO 6330, frei von optischen Aufhellern.

Wasserhärte: $2,5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ nach ISO 2174.

Glätten: Bügeln zwischen aufhellerfreien Tüchern (zu prüfen mithilfe einer UV-Lampe).

Falls gefordert, ist die Verwendung anderer textiler Probenmaterialien nach vorheriger Vereinbarung zulässig. Diese anderen Materialien schließen Textilien ein, die mit festgelegten Schmutzmengen getränkt wurden, sowie Textilien, die einer Vorbehandlung unterzogen wurden, die nicht den Festlegungen dieses Dokumentes entspricht. In diesem Fall ist eine Bewertung nach Tabelle 1 nicht zulässig, und es müssen andere Bewertungstabellen erstellt werden.

7.2 Anzahl und Abmessungen der kontaminierten Textilproben

Es müssen zwölf quadratische Stücke des vorbehandelten Referenzmaterials verwendet werden.

Die kontaminierten Textilproben sollten die Abmessungen $(50 \pm 2) \text{ mm} \times (50 \pm 2) \text{ mm}$ haben.

8 Durchführung

8.1 Bestimmung der spezifischen Impulsrate jeder Kontaminationslösung

Ein Aliquot von $100 \mu\text{l}$ der Kontaminationslösung wird in der Mitte jeder der drei Textilproben mit den Maßen $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$ nach dem in 8.3 festgelegten Verfahren aufgebracht. Dafür darf die Positionierungshilfe (siehe 5.8) oder eine ähnliche Vorrichtung verwendet werden. Nachdem die Lösung bei einer Höchsttemperatur von 45°C trocknen gelassen wurde (Infrarotlampen), werden die Textilproben aus ihren Rahmen entnommen. Mit einem Strahlungsmesser wird die Impulsrate auf den Textilproben gemessen. Der Detektor (wie in 5.2 festgelegt) wird in der gleichen Messgeometrie (insbesondere hinsichtlich des Abstands der kontaminierten Textilprobe vom Detektor) angeordnet, die für die Untersuchungsproben zu verwenden ist (siehe 8.5). Es ist sicherzustellen, dass die Messgeometrie (insbesondere hinsichtlich des Abstands der kontaminierten Textilprobe vom Detektor) die gleiche ist, wie für die Messung der Untersuchungsproben geplant (siehe 8.3).

1 ECE: Europäische Convention für Echtheitsprüfungen von Färbungen und Drucken.

Die Messdauer muss für jedes Gewebetuch 1 min betragen. Es werden Korrekturen für den Nulleffekt und Totzeitverluste angewendet.

Das arithmetische Mittel der drei Ergebnisse wird mit einem Faktor von 10 multipliziert, so dass das Ergebnis in Impulsen je Minute, normiert auf einen Milliliter der Kontaminationslösung angegeben wird.

Die Bestimmung wird für beide Kontaminationslösungen getrennt durchgeführt.

8.2 Herstellung der Textilproben

Der Zuschnitt der Textilproben muss parallel zu Schuss oder Kette des Gewebes erfolgen, wobei darauf zu achten ist, das Material nicht zu dehnen.

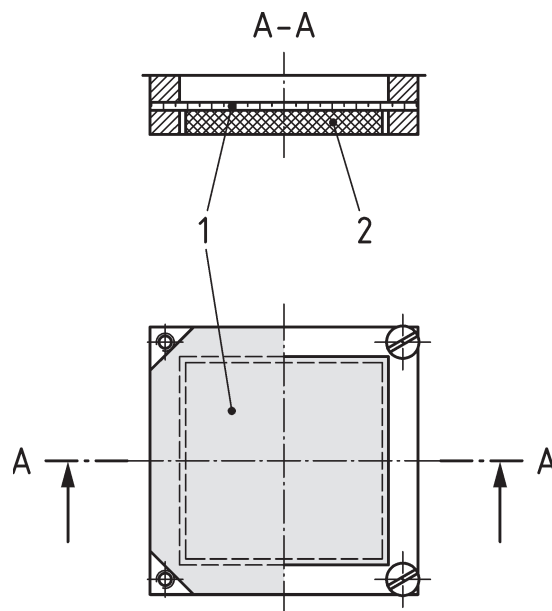
Es sollte darauf geachtet werden, das Material vor Verschmutzung zu schützen, beispielsweise durch Tragen von Polyethylen-Handschuhen oder Benutzung einer Pinzette.

8.3 Kontamination

8.3.1 Vorbereitung

Für jede Radionuklid-Lösung müssen sechs Textilproben in ihre entsprechenden Stahlprobenhalter eingespannt werden. Um das Durchhängen des textilen Gewebes zu verhindern, muss der untere Teil des Halters mit dem Kunststoffstützblock (5.8) ausgefüllt werden (siehe Bild 2). Es sollte darauf geachtet werden zu vermeiden, dass das Gewebe Falten wirft, wenn der Halter festgeschraubt wird.

Die Ecken der Textilproben müssen leicht gekürzt werden, um zu verhindern, dass sie mit den Schrauben in Berührung kommen (siehe Bild 2).



Legende

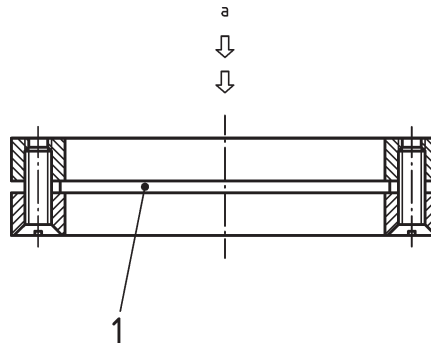
- 1 Textilprobe
- 2 Stützblock

Bild 2 — Verwendung des Probenhalters

Nach dem Einspannen der Textilproben in den Probenhalter muss der Kunststoffstützblock entfernt und der Probenhalter für das Kontaminieren des Gewebes umgedreht werden.

8.3.2 Durchführung

Mit einer Pipette werden tropfenweise 100 µl der Kontaminationslösung in der Mitte der Textilproben aufgebracht (siehe Bild 3, das einen diagonalen Schnitt durch den Halter zeigt).



Legende

1 Textilprobe

^a Kontaminationslösungen von dieser Seite aufbringen.

Bild 3 — Lage des Probenhalters während der Kontamination

Die noch in ihren jeweiligen Haltern eingespannten Textilproben müssen dann in einem Trockenschrank bei $40\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ für 2 h getrocknet werden. Auf diese Weise müssen fünf Textilproben jeweils mit jeder Kontaminationslösung kontaminiert werden. Jegliche Kontaminierung muss bei der sechsten eingespannten Textilprobe, die für Nulleffekt-Messungen verwendet wird, vermieden werden (siehe 8.5).

8.4 Dekontamination

8.4.1 Vorbereitung

Für die Dekontamination werden sechs Textilproben benötigt, von denen fünf kontaminiert sind und eine nicht.

Die Probenhalter mit den Textilproben müssen an den Fenstern der Rührkäfig-Prüfeinrichtung befestigt werden (siehe 5.9). Zur Befestigung der Halter am Rührkäfig dürfen Spiralfedern aus nichtrostendem Stahl oder Einweg-Gummiringe verwendet werden. Dabei sollte sichergestellt werden, dass die Seite des Gewebes, auf die die Kontaminationslösung aufgebracht wurde, ins Innere des Käfigs zeigt.

8.4.2 Durchführung

Die Dekontamination muss bei einer Rührergeschwindigkeit von 100 l min^{-1} in 900 ml des auf eine Temperatur von konstant $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ temperierten Dekontaminationswaschmittels (siehe 6.1) durchgeführt werden. Wenn vom Hersteller zum Erreichen der optimalen Leistung eine niedrigere Temperatur empfohlen wird, darf eine Prüfung bei dieser niedrigeren Temperatur durchgeführt werden, entweder

- a) als zusätzliche Prüfung; oder
- b) statt der Prüfung unter Norm-Temperaturbedingungen.

Im Fall b) darf eine Bewertung nach Tabelle 1 durchgeführt werden, wobei die Abweichung jedoch im Prüfbericht angegeben werden muss, z. B.:

„Die angegebenen Ergebnisse sind mit den Standard-Prüfergebnissen nicht vollkommen vergleichbar, auf Grund der abweichenden Prüftemperatur (zum Beispiel von 30 °C anstelle von 60 °C).“

Es muss darauf geachtet werden, dass der Rührkäfig senkrecht und in der Mitte des Glasbechers positioniert ist und dabei den Boden des Bechers berührt. Der Rührer muss zunächst für 10 min in einer Richtung und anschließend für weitere 10 min in der anderen Richtung betrieben werden.

Die Proben müssen danach für eine Dauer von 5 min bei der gleichen Umdrehungsfrequenz in 900 ml entionisiertem Wasser bei Raumtemperatur gespült werden, wobei der Rührer in einer Richtung läuft. Das entionisierte Wasser muss ausgetauscht und der Spülvorgang wiederholt werden, wobei der Rührer in der entgegengesetzten Richtung läuft. Die kontaminierten Textilproben müssen aus dem Rührkäfig entnommen und in ihren entsprechenden Haltern für 30 min bei $100\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ getrocknet werden.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, die Trocknungstemperatur während des Trocknungsvorgangs zu verringern oder den Trockenschrank auf Trocknen bei variabler Temperatur einzustellen.

8.5 Bestimmung der Restimpulsrate I_r

Nach dem Abkühlen auf Raumtemperatur müssen die Kontaminationsträger aus ihren Haltern zu entnommen und ihre Restimpulsraten bestimmt werden.

Unmittelbar vor der Messung der Restimpulsraten I_r der Untersuchungsproben wird die Nulleffekt-Impulsrate mit einer vorhandenen nicht kontaminierten Untersuchungsprobe gemessen.

Die Impulsrate der dekontaminierten Untersuchungsproben wird mit dem in 5.2 festgelegten Gerät gemessen. Die Messgeometrie, d. h. der Abstand und die Lage der Untersuchungsprobe und des Detektors in Bezug zueinander, muss für alle Messungen gleich sein (siehe 8.1). Es sollte darauf geachtet werden sicherzustellen, dass die Seite der kontaminierten Textilprobe, auf der die Kontamination aufgebracht wurde, zum Detektor zeigt.

Jede Messung muss einmal durchgeführt werden, und der Nulleffekt wird abgezogen. Totzeitverluste müssen berücksichtigt werden. Die Messung muss für 5 000 Impulse über dem Nulleffekt oder 10 min fortgesetzt werden, je nachdem, welche Zeit kürzer ist.

9 Berechnung der Ergebnisse und Bewertung der Dekontaminierbarkeit

Nach der Dekontamination wird das arithmetische Mittel der Restimpulsraten $\overline{I_r}$ (der fünf Untersuchungsproben jeder Gruppe) jeweils gesondert für ^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs berechnet. Die Ergebnisse müssen in Impulsen je Minute angegeben und für die Berechnung der normierten mittleren Restimpulsraten $\overline{I_{r,n}}$ nach der folgenden Gleichung verwendet werden.

Normierte mittlere Restimpulsrate $\overline{I_{r,n}}$ = mittlere Restimpulsrate

$$\overline{I_r} \cdot \frac{3 \cdot 10^6}{I_s}$$

Diese Berechnung muss getrennt für ^{60}Co [$\overline{I_{r,n}}(\text{Co})$] und ^{137}Cs oder ^{134}Cs [$\overline{I_{r,n}}(\text{Cs})$] ausgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Der Wert von $3 \cdot 10^6$ Impulsen je Minute, normiert auf 1 ml einer Kontaminationslösung, ist der Bezugswert der spezifischen Impulsrate I_s der Kontaminationslösungen, auf der die Tabelle zur Bewertung der Dekontaminierbarkeit beruht.

Das Endergebnis (d. h. die resultierende Restimpulsrate $I_{r,\text{fin}}$) wird als arithmetisches Mittel der normierten mittleren Restimpulsraten für ^{60}Co [$\overline{I_{r,n}}(\text{Co})$] und ^{137}Cs oder ^{134}Cs [$\overline{I_{r,n}}(\text{Cs})$] berechnet.

Die Dekontaminierbarkeit muss nach Tabelle 1 eingestuft werden, falls die Kontamination mit den Radionukliden ^{60}Co und ^{137}Cs oder ^{134}Cs erfolgt ist und nicht von dem in 8.4 beschriebenen Dekontaminationsprozess abweicht (z. B. Verwendung anderer Dekontaminationswaschmittel oder Abwischen durch mechanische Beseitigung der anhaftenden Kontamination).

Tabelle 1 — Bewertung der Dekontaminierbarkeit

Resultierende Restimpulsrate $I_{r,fin}$ Impulse/min	Dekontaminierbarkeit
$I_{r,fin} < 3\,000$	ausgezeichnet
$3\,000 \leq I_{r,fin} < 15\,000$	gut
$15\,000 \leq I_{r,fin} < 60\,000$	mäßig
$60\,000 \leq I_{r,fin}$	schlecht

ANMERKUNG 2 Je nach den Anforderungen des Kunden können zusätzliche Prüfungen mit anderen Radionukliden oder chemischen Formen durchgeführt werden.

Je nach den Anforderungen des Kunden kann die Prüfmethodik an andere Radionuklide in unterschiedlichen chemischen Formen angepasst werden, die den chemischen Eigenschaften des vorgesehenen Verwendungszwecks besser entsprechen. Jedoch darf dann die Klassifizierung in Tabelle 1 nicht angewendet werden. Es muss dann eine andere Bewertungstabelle erstellt werden.

Bei praktischen Anwendungen kann es von Bedeutung sein, bei der Auswahl der zu verwendenden Materialien weitere Faktoren zu berücksichtigen, wie z. B. die chemische, mechanische und Strahlungsbeständigkeit und Langzeitstabilität. Es sollte anerkannt werden, dass möglicherweise weitere Dekontaminationsprüfungen unter simulierten Einsatzbedingungen erforderlich sind.

10 Prüfbericht

Es muss ein Prüfbericht erstellt werden, der die folgenden Angaben enthalten muss:

- eine Verweisung auf dieses Dokument, d. h. ISO 9271:2023;
- Identifizierung der Probe; Herstellerspezifikation;
- Anwendung des Trägers, Beschichtungsstoffes oder Oberflächenmaterials;
- Größe der Untersuchungsprobe;
- Konditionierung der Untersuchungsprobe vor der Prüfung;
- verwendete Ausrüstung (Messgerät, Detektor, Kontaminationsstoff);
- Beschreibung der Untersuchungsprobe durch den Prüfer;
- Prüfergebnisse (normierte mittlere Restimpulsraten und resultierende Restimpulsrate für Co/Cs);
- Bewertung der Dekontaminierbarkeit;
- Angaben aller Abweichungen von den Standard-Prüfergebnissen oder Bewertungstabellen nach ISO 9271.

Bei der Bewertung der Eignung eines Dekontaminationswaschmittels müssen je nach den in der Abfallbehandlungsanlage und in der Konditionierungsanlage herrschenden technischen Bedingungen neben der Dekontaminationswirksamkeit noch weitere Eigenschaften berücksichtigt werden (siehe D.2).

Ein Prüfbericht sollte die in Anhang D festgelegten Angaben und Daten einschließen. Das Format, in dem die Angaben in Anhang D dargestellt werden, darf als Beispiel für den Prüfbericht verwendet werden.