

DIN EN ISO 10703

ICS 13.060.60; 17.240

Ersatz für
DIN EN ISO 10703:2015-12

**Wasserbeschaffenheit –
Gammastrahlung emittierende Radionuklide –
Verfahren mittels hochauflösender Gammaskpektrometrie
(ISO 10703:2021);
Deutsche Fassung EN ISO 10703:2021**

Water quality –
Gamma-ray emitting radionuclides –
Test method using high resolution gamma-ray spectrometry (ISO 10703:2021);
German version EN ISO 10703:2021

Qualité de l'eau –
Radionucléides émetteurs gamma –
Méthode d'essai par spectrométrie gamma à haute résolution (ISO 10703:2021);
Version allemande EN ISO 10703:2021

Gesamtumfang 41 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10703:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 119-01-03-08 UA „Radioaktivitätsmessung im Wasser“ des Arbeitsausschusses NA 119-01-03 AA „Wasseruntersuchung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Bezeichnung des Verfahrens:

Gammastrahlung emittierende Radionuklide — Verfahren mittels hochauflösender Gammaskpektrometrie (C 16)

Verfahren DIN EN ISO 10703 — C 16

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

ISO 5667-1	siehe	DIN EN ISO 5667-1
ISO 5667-3	siehe	DIN EN ISO 5667-3
ISO 5667-14	siehe	DIN EN ISO 5667-14
ISO 11929-1	siehe	DIN EN ISO 11929-1 (VDE 0493-9291)
ISO 11929-2	siehe	DIN EN ISO 11929-2 (VDE 0493-9292)
ISO 11929-3	siehe	DIN EN ISO 11929-3 (VDE 0493-9293)
ISO 20042	siehe	DIN ISO 20042 (VDE 0493-2042)
ISO 80000-10	siehe	DIN EN ISO 80000-10
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025

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

Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Norm Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten und bestehende Sicherheitsvorschriften zu beachten.

Bei Anwendung der Norm ist im Einzelfall je nach Aufgabenstellung zu prüfen, ob und inwieweit die Festlegung von zusätzlichen Randbedingungen erforderlich ist.

Die vorliegende Norm enthält das vom DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW) und von der Wasserchemischen Gesellschaft — Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) —gemeinsam erarbeitete Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung:

Gammastrahlung emittierende Radionuklide — Verfahren mittels hochauflösender Gammaskpektrometrie (C 16).

Die als DIN-Normen veröffentlichten Deutschen Einheitsverfahren sind bei der Beuth Verlag GmbH einzeln oder zusammengefasst erhältlich. Außerdem werden die genormten Deutschen Einheitsverfahren in der Loseblattsammlung „Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung“ gemeinsam von der Beuth Verlag GmbH und der Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA publiziert.

Normen oder Norm-Entwürfe mit dem Gruppentitel „*Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung*“ sind in folgende Gebiete (Haupttitel) aufgeteilt:

Allgemeine Angaben (Gruppe A)

Sensorische Verfahren (Gruppe B)

Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C)

Anionen (Gruppe D)

Kationen (Gruppe E)

Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F)

Gasförmige Bestandteile (Gruppe G)

Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H)

Mikrobiologische Verfahren (Gruppe K)

Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L)

Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M)

Einzelkomponenten (Gruppe P)

Schlamm und Sedimente (Gruppe S)

Suborganismische Testverfahren (Gruppe T)

Über die bisher erschienenen Teile dieser Normen gibt die Geschäftsstelle des Normenausschusses Wasserwesen (NAW) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Telefon 030 2601-2448, oder die Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin, Auskunft.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 10703:2015-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Titel geändert;
- b) Einleitung erweitert;
- c) Bestimmung der Aktivitätskonzentration durch ein genormtes generisches Messverfahren mittels Gammaskpektrometrie und Festlegung neuer Grenzen;
- d) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- e) Festlegung von Referenzquellen nach ISO 20042;
- f) Überarbeitung der Vertrauensintervallgrenzen nach ISO 11929-1 und ISO 11929-3;

- g) Einführung einer unteren und oberen Grenze des probabilistisch symmetrischen Überdeckungsintervalls;
- h) Einführung einer unteren und oberen Grenze des kürzesten Überdeckungsintervalls;
- i) Änderung der Angaben zum Analysenbericht;
- j) Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 38404-16: 1989-04
DIN EN ISO 10703: 2015-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5667-1, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahme-programmen und Probenahmetechniken*

DIN EN ISO 5667-3, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 3: Konservierung und Handhabung von Wasserproben*

DIN EN ISO 5667-14, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 14: Anleitung zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle bei der Entnahme und Handhabung von Wasserproben*

DIN EN ISO 11929-1 (VDE 0493-9291), *Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) bei Messungen ionisierender Strahlung — Grundlagen und Anwendungen — Teil 1: Elementare Anwendungen*

DIN EN ISO 11929-2 (VDE 0493-9292), *Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) bei Messungen ionisierender Strahlung — Grundlagen und Anwendungen — Teil 2: Fortgeschrittene Anwendungen*

DIN EN ISO 11929-3 (VDE 0493-9293), *Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Überdeckungsintervalls) bei Messungen ionisierender Strahlung — Grundlagen und Anwendungen — Teil 3: Anwendung von Entfaltungstechniken*

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

DIN EN ISO/IEC 17025, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

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

Deutsche Fassung

Wasserbeschaffenheit —
Gammastrahlung emittierende Radionuklide —
Verfahren mittels hochauflösender Gammaspektrometrie
(ISO 10703:2021)

Water quality —
Gamma-ray emitting radionuclides —
Test method using high resolution gamma-ray
spectrometry (ISO 10703:2021)

Qualité de l'eau —
Radionucléides émetteurs gamma —
Méthode d'essai par spectrométrie gamma à haute
résolution (ISO 10703:2021)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 28. Juni 2021 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Symbole und Einheiten	12
5 Grundlage des Verfahrens	13
6 Referenzquellen	13
6.1 Quelle(n) für die Energiekalibrierung	13
6.2 Referenzquelle(n) für die Effizienzkalibrierung	13
6.2.1 Allgemeines	13
6.2.2 Referenzquellen für Laborsysteme	14
6.2.3 Referenzquellen für numerische Methoden	14
7 Reagenzien	14
8 Geräte für die Gammaspektrometrie	15
8.1 Allgemeines	15
8.2 Detektortypen	15
8.3 Hochspannungsversorgung	15
8.4 Vorverstärker	16
8.5 Kryostat oder elektrische Kühlung	16
8.6 Abschirmung	16
8.7 Analoge oder digitale Erfassungselektronik	17
8.7.1 Allgemeines	17
8.7.2 Analoge Elektronik (ADC)	17
8.7.3 Digitale Elektronik (DSP)	17
8.8 Computer, einschließlich Peripheriegeräte und Software	17
9 Nukleare Zerfallsdaten	18
10 Probenahme	18
11 Durchführung	19
11.1 Probenvorbereitung	19
11.1.1 Allgemeines	19
11.1.2 Direktmessung ohne Vorbereitung	19
11.1.3 Eindampfen ohne Iodrückhaltung	19
11.1.4 Eindampfen mit Iodrückhaltung	20
11.2 Kalibrierung	20
11.2.1 Allgemeines	20
11.2.2 Energiekalibrierung	20
11.2.3 Effizienzkalibrierung	21
12 Angabe der Ergebnisse	22
12.1 Berechnung der Aktivitätskonzentration	22

12.1.1	Allgemeines	22
12.1.2	Totzeit- und Pile-up-Korrekturen (siehe ISO 20042)	23
12.1.3	Zerfallskorrekturen	23
12.1.4	Echte Koinzidenz	24
12.2	Standardunsicherheit	25
12.3	Erkennungsgrenze	26
12.4	Nachweisgrenze	26
12.5	Grenzen der Überdeckungsintervalle	26
12.5.1	Grenzen des probabilistisch symmetrischen Überdeckungsintervalls	26
12.5.2	Kürzestes Überdeckungsintervall	27
12.6	Korrekturen der Einwirkungen von anderen Radionukliden und des Nulleffekts	27
12.6.1	Allgemeines	27
12.6.2	Einwirkung von anderen Radionukliden	27
12.6.3	Einwirkungen vom Nulleffekt	28
13	Analysenbericht	29
Anhang A (informativ) Beispiel einer Trägerlösung, die der Wasserprobe hinzugefügt werden kann, wenn Abwasser eines Kernkraftwerks untersucht wird		31
Anhang B (informativ) Echte Koinzidenz		32
B.1	Gamma-Gamma-Koinzidenz	32
B.2	Röntgenstrahlen-Koinzidenz	33
B.3	Koinzidenz von Gamma-Annihilations-Photonen	33
Anhang C (informativ) Berechnung der Aktivitätskonzentration eines Gammaspektrums mittels linearer Untergrundsubtraktion (ungestörter Peak)		34
Literaturhinweise		36

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 10703:2021) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 10703:2015.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 10703:2021 wurde von CEN als EN ISO 10703:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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-Direktiven, 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-Direktiven, 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 147, *Water quality*, Unterkomitee SC 3, *Radioactivity measurements*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 230, *Wasseranalytik*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 10703:2007), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- neue gemeinsame Einleitung;
- Anwendungsbereich auf Notfall-Situation und Abwasser erweitert, Erhöhung der oberen Totzeit auf 10 %;
- die Bedingungen für die Lagerung der Proben entsprechen ISO 5667-3 (siehe Abschnitt 10);
- Änderung der Referenzquelle für die Kalibrierung (siehe 6.2);
- Bestimmung der Kalibrierungseffizienz durch das Monte-Carlo-Verfahren (siehe 11.2.3);
- vollständige Überarbeitung des Pile-up und der Totzeit;
- vollständige Überarbeitung des Unterabschnitts zu Koinzidenz (siehe 12.1.4);

- Hinzufügen des Korrekturfaktors für Totzeit und Pile-up (siehe 12.1.2);
- Einführung des kürzesten Überdeckungsintervalls in Übereinstimmung mit der neuen Normenreihe ISO 11929 (siehe 12.5.2);
- Änderung der Angaben zum Analysenbericht (siehe Abschnitt 13).

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

Radioaktivität aus natürlich vorkommenden und anthropogenen Quellen ist in der gesamten Umwelt vorhanden. Daher können Wasserkörper (z. B. Oberflächengewässer, Grundwässer, Meerwasser) Radionuklide aus natürlichen oder anthropogenen Quellen enthalten:

- natürliche Radionuklide, einschließlich ^{40}K , ^3H , ^{14}C , und solche aus der Thorium- und Uran-Zerfallsreihe, insbesondere ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U und ^{210}Pb , können in Wässern auf Grund natürlicher Ursachen auftreten (z. B. Desorption aus Böden und Auswaschung durch Regenwasser) oder können durch technologische Prozesse unter Verwendung von natürlich auftretenden radioaktiven Materialien freigesetzt werden (z. B. Abbau und Aufbereitung von Mineralsanden oder Produktion und Anwendung von Phosphat-Düngern);
- anthropogene Radionuklide, wie Elemente der Transurane (Americium, Plutonium, Neptunium, Curium), ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr und gamma-strahlende Radionuklide, können ebenfalls in natürlichen Wässern als Ergebnis genehmigter betrieblicher Freisetzungen geringen Umfangs in die Umwelt über Einleitungen aus Einrichtungen zur Gewinnung nuklearer Energie vorkommen. Radionuklide werden ebenfalls über die medizinische und industrielle Anwendung in ungekapselter Form in die Umwelt freigesetzt. Sie werden im Wasser auch als Ergebnis von Kontaminationen durch Fallouts aus der Explosion von Nuklearwaffen in der Atmosphäre und Störfällen, wie solchen, die in Tschernobyl und Fukushima erfolgt waren, gefunden.

Radionuklidaktivitätskonzentrationen in Wasserkörpern können auf Grund lokaler geologischer und klimatischer Bedingungen variieren und können lokal und zeitweise durch Freisetzungen aus Nukleareinrichtungen während geplanter, tatsächlicher und notfallbedingter Expositionssituationen [7] erhöht sein. Trinkwasser kann daher Radionuklide in Aktivitätskonzentrationen enthalten, die ein Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen könnten.

Radionuklide in flüssigen Einleitungen werden üblicherweise vor der Einleitung in die Umwelt kontrolliert [8]. Die Radioaktivität von Wasserkörpern und von Trinkwasser wird nach den Empfehlungen der World Health Organization (WHO) [9] überwacht, sodass geeignete Maßnahmen getroffen werden können, um negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Bevölkerung abzuwenden. Unter Befolgung dieser internationalen Empfehlungen werden durch nationale Rechtsvorschriften üblicherweise zulässige Grenzwerte für Radionuklidkonzentrationen in flüssigen Einleitungen in die Umwelt und Radionuklid-Richtwerte für Wasserkörper und Trinkwasser für geplante, tatsächliche und notfallbedingte Expositionssituationen festgelegt. Die Übereinstimmung mit solchen Grenzwerten kann mittels Messergebnissen und den dazu gehörenden Messunsicherheiten entsprechend ISO/IEC Guide 98-3 und ISO 5667-20 geprüft werden.

In Abhängigkeit von der Expositionssituation bestehen unterschiedliche Grenzwerte und Richtwerte, die für Maßnahmen zur Verminderung von Gesundheitsrisiken gelten. Zum Beispiel beträgt der Richtwert der WHO-Leitlinien in einer geplanten oder tatsächlichen Situation für Trinkwasser $10 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ für $^{134/137}\text{Cs}$ und ^{131}I , $1 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ für ^{241}Am und $0,1 \text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$ für ^{210}Pb Aktivitätskonzentration.

ANMERKUNG 1 Der Richtwert ist die Aktivitätskonzentration, die mit der Aufnahme von 2 l/d Trinkwasser über den Zeitraum von einem Jahr auftritt und zu einer effektiven Dosis von 0,1 mSv/a bei Erwachsenen führt. Dies ist eine effektive Dosis, die ein sehr geringes Risiko darstellt und voraussichtlich nicht zu nachweisbaren gesundheitsschädlichen Auswirkungen führt [9].

Im Falle eines nuklearen Notfalls wurde in den Codex-Leitlinien der WHO [10] darauf hingewiesen, dass die Aktivitätskonzentration für Säuglingsnahrung höchstens $1\,000\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ für $^{134/137}\text{Cs}$, $100\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ für ^{131}I und $1\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ für ^{241}Am betragen darf. Für andere Lebensmittel als Säuglingsnahrung darf die Aktivitätskonzentration höchstens $1\,000\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ für $^{134/137}\text{Cs}$, $100\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ für ^{131}I und $10\text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ für ^{241}Am betragen.

ANMERKUNG 2 Die Codex-Richtwerte (GL, en: guidance level) gelten für Radionuklide in Lebensmitteln, die für den menschlichen Verzehr bestimmt sind und international gehandelt werden und nach einem nuklearen oder radiologischen Notfall kontaminiert wurden. Diese GLs gelten für Lebensmittel nach Rekonstitution oder nach Zubereitung zum Verzehr, d. h. nicht für getrocknete oder konzentrierte Lebensmittel, und basieren auf einem Eingreifwert von 1 mSv je Jahr für die Bevölkerung (Säuglinge und Erwachsene) [10].

Daher kann das Prüfverfahren so angepasst werden, dass die charakteristischen Werte, Entscheidungsschwellenwert, Bestimmungsgrenze und Messunsicherheiten, sicherstellen, dass die Radionuklidkonzentrationen verifizierbar unterhalb der Richtwerte liegen, die von einer nationalen Behörde zur Einhaltung in geplanten/tatsächlichen Routine-Situationen oder in Notfallsituationen festgelegt sind [11] [12].

Üblicherweise können die Prüfverfahren für die Messung der Aktivitätskonzentration der Radionuklide entweder in Abwasser vor der Endlagerung und Einleitungen vor deren Freisetzung in die Umwelt angepasst werden. Die Untersuchungsergebnisse versetzen den Betreiber der Anlage/Einrichtung in die Lage, vor der Freisetzung von Abwasser/Einleitungen zu verifizieren, dass Radioaktivitätskonzentrationen nicht die behördlichen Grenzen überschreiten.

Das in diesem Dokument beschriebene Prüfverfahren darf sowohl in geplanten, tatsächlichen und notfallbedingten Expositionssituationen als auch für Abwasser und Einleitungen mit besonderen Modifikationen, die die Gesamtmessunsicherheit, die Bestimmungsgrenze und den Schwellenwert erhöhen könnten, angewendet werden.

Das Prüfverfahren darf für Wasserproben nach geeigneter Probenahme, Probenbehandlung und Aufbereitung der Untersuchungsprobe verwendet werden (siehe betreffenden Teil der Normenreihe ISO 5667).

Dieses Dokument wurde für Prüflabore ausgearbeitet, die diese Messungen durchführen, die manchmal von nationalen autorisierten Stellen gefordert werden, da Labore möglicherweise eine besondere Akkreditierung für die Messung von Radionukliden in Trinkwasserproben erlangen müssen.

Dieses Dokument gehört zu einer Reihe von Internationalen Normen über Prüfverfahren für die Messung von Aktivitätskonzentrationen von Radionukliden in Wasserproben.

WARNUNG — Anwender dieses Dokuments sollten mit der üblichen Laborpraxis vertraut sein. Dieses Dokument gibt nicht vor, alle unter Umständen mit der Anwendung des Verfahrens verbundenen Sicherheitsaspekte anzusprechen. Es liegt in der Verantwortung des Arbeitgebers, angemessene Sicherheits- und Schutzmaßnahmen zu treffen und die Anwendbarkeit aller anderen Einschränkungen zu bestimmen.

WICHTIG — Es ist erforderlich, bei Untersuchungen nach diesem Dokument Fachleute oder Facheinrichtungen einzuschalten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur physikalischen Vor- und Aufbereitung von Wasserproben und zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration verschiedener Gammastrahlen mit Energien zwischen 40 keV und 2 MeV emittierender Radionuklide in Wasserproben mittels Gammaspektrometrie nach dem in ISO 20042 beschriebenen generischen Prüfverfahren fest.

Das Verfahren ist anwendbar auf Messproben von Trinkwasser, Regenwasser, Oberflächen- und Grundwasser sowie Kühlwasser, Brauchwasser, häuslichem und industriellem Abwasser nach ordnungsgemäßer Probenahme, Probenbehandlung und Messprobenvorbereitung (ggf. Filtration und unter Berücksichtigung des Anteils gelöster Stoffe im Wasser). Dieses Verfahren ist nur für homogene oder durch rechtzeitige Filtration homogenisierte Proben anwendbar.

Der unterste Grenzwert, der ohne Aufkonzentrierung der Probe oder nur mit passiver Abschirmung des Detektionssystems gemessen werden kann, beträgt etwa $5 \cdot 10^{-2}$ Bq/l für z. B. ^{137}Cs ¹. Die Obergrenze der Aktivität entspricht einer Totzeit von 10 %. Höhere Totzeiten können verwendet werden, es ist jedoch ein Nachweis über die Genauigkeit der Totzeitkorrektur erforderlich.

Abhängig von verschiedenen Faktoren, wie der Energie der Gammastrahlen und der Emissionswahrscheinlichkeit je Kernzerfall, der Größe und Geometrie der Probe und des Detektors, der Abschirmung, der Messdauer und anderer Versuchsparameter, kann es erforderlich sein, die Probe durch Eindampfen zu konzentrieren, wenn Aktivitäten unter $5 \cdot 10^{-2}$ Bq/l gemessen werden müssen. Flüchtige Radionuklide (z. B. Radon und Radio-Iod) können während der Vorbereitung der Quelle verloren gehen.

Dieses Verfahren ist für die Anwendung in Notfallsituationen geeignet.

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 3696, *Water for analytical laboratory use — Specification and test methods*

ISO 5667-1, *Water quality — Sampling — Part 1: Guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques*

ISO 5667-3, *Water quality — Sampling — Part 3: Preservation and handling of water samples*

ISO 5667-10, *Water quality — Sampling — Part 10: Guidance on sampling of waste water*

1 Probengeometrie: 3 l Marinelli-Becher; Detektor: GE HP N relative Effizienz 55 %; Zählzeit: 18 h.