

DIN EN ISO 22908



ICS 13.060.60; 13.280; 17.240

**Wasserbeschaffenheit –
Radium-226 und Radium-228 –
Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler (ISO 22908:2020);
Deutsche Fassung EN ISO 22908:2020**

Water quality –
Radium 226 and Radium 228 –
Test method using liquid scintillation counting (ISO 22908:2020);
German version EN ISO 22908:2020

Qualité de l'eau –
Radium 226 et Radium 228 –
Méthode d'essai par comptage des scintillations en milieu liquide (ISO 22908:2020);
Version allemande EN ISO 22908:2020

Gesamtumfang 43 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 22908:2020) 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 deutsche Normungsgremium ist der Unterausschuss NA 119-01-03-08 UA „Radioaktivitätsmessung im Wasser“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Bezeichnung des Verfahrens:

Radium-226 und Radium-228 — Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler (C 44):

Verfahren DIN EN ISO 22908 — C 44

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen 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 5725-1	siehe	DIN ISO 5725-1
ISO 5725-2	siehe	DIN ISO 5725-2
ISO 5725-4	siehe	DIN ISO 5725-4
ISO 7870-2:2013	siehe	DIN ISO 7870-2:2021-04
ISO 11929-1	siehe	DIN ISO 11929-1 (VDE 0493-9291)
ISO 11929-2	siehe	DIN ISO 11929-2 (VDE 0493-9292)
ISO 11929-3	siehe	DIN ISO 11929-3 (VDE 0493-9293)
ISO 21748	siehe	DIN ISO 21748
ISO 80000-10	siehe	DIN EN ISO 80000-10
ISO/IEC 17025:2017	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03

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:

Radium-226 und Radium-228 — Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler (C 44).

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.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

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

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

DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017); Deutsche und Englische Fassung EN ISO/IEC 17025:2017*

DIN ISO 5725-1, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Meßverfahren und Meßergebnissen — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 2: Grundlegende Methode für die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 5725-4, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen — Teil 4: Grundlegende Methoden für die Ermittlung der Richtigkeit eines vereinheitlichten Messverfahrens*

DIN ISO 7870-2: 2021-04, *Regelkarten — Teil 2: Shewhart-Regelkarten (ISO 7870-2:2013)*

DIN 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 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 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 ISO 21748, *Leitfaden zur Verwendung der Schätzwerte der Wiederholpräzision, der Vergleichpräzision und der Richtigkeit beim Schätzen der Messunsicherheit*

Deutsche Fassung

Wasserbeschaffenheit —
Radium-226 und Radium-228 —
Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler
(ISO 22908:2020)

Water quality —
Radium 226 and Radium 228 —
Test method using liquid scintillation counting
(ISO 22908:2020)

Qualité de l'eau —
Radium 226 et radium 228 —
Méthode d'essai par comptage des scintillations en
milieu liquide (ISO 22908:2020)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. Dezember 2019 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	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Symbole und Einheiten	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Symbole, Definitionen und Einheiten	9
4 Grundlage des Verfahrens	10
5 Reagenzien und Geräte	11
5.1 Reagenzien	11
5.2 Geräte	12
6 Probenahme	13
7 Geräteeinstellung und -kalibrierung	13
7.1 Optimierung der Zählbedingungen	13
7.1.1 Quellenherstellung	13
7.1.2 Optimierungsprozess	14
7.2 Zählkreisbeuten von ^{226}Ra und ^{228}Ra	14
7.2.1 Herstellung der ^{226}Ra - und ^{228}Ra -Standardquellen	14
7.2.2 Bestimmung der Zählkreisbeuten	15
7.3 Messungen von Blindproben	15
8 Durchführung	15
8.1 Allgemeines	15
8.2 Abtrennung von Radium durch Fällung	15
8.3 Reinigung des Radiums	16
8.4 Herstellung der Messprobe	16
8.5 Messung	17
8.6 Chemische Ausbeute	17
8.6.1 Allgemeines	17
8.6.2 Herstellung einer Qualitätskontrollprobe mit bekannten ^{226}Ra - und ^{228}Ra -Aktivitäten	17
8.6.3 Bestimmung der Gesamtzählkreisbeuten	18
8.6.4 Bestimmung der chemischen Ausbeute	18
9 Qualitätskontrolle	18
10 Angabe der Ergebnisse	19
10.1 Berechnung der massenbezogenen Aktivitäten von ^{226}Ra und ^{228}Ra am Probenahmedatum	19
10.2 Standardunsicherheit	19
10.3 Erkennungsgrenze	20
10.4 Nachweisgrenze	20
10.5 Vertrauensgrenzen	21
11 Prüfung auf Störungen	21

12	Analysenbericht.....	21
	Anhang A (informativ) Flussdiagramm für das Verfahren	23
	Anhang B (informativ) Für Radium-Isotope relevante Zerfallsreihen.....	24
	Anhang C (informativ) Einstellungsparameter und Verfahren.....	25
C.1	Geräteeinstellung und -kalibrierung	25
C.2	Zählausbeuten	26
C.3	Durchführung	27
C.4	Typische Spektren.....	28
C.5	Gesamtzählausbeuten und chemische Ausbeuten.....	30
	Anhang D (informativ) Validierungsdaten	32
D.1	Allgemeines	32
D.2	Linearität, Messbereich.....	32
D.3	Prüfung der Wiederholpräzision.....	33
D.4	Prüfung der Vergleichpräzision.....	37
D.5	Präzision unter Wiederholbedingungen	37
D.6	Genauigkeit (Richtigkeit)	38
D.7	Nachweisgrenze	38
D.8	Unsicherheit.....	38
	Literaturhinweise.....	39

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 22908:2020) 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 August 2020, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2020 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.

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 22908:2020 wurde von CEN als EN ISO 22908:2020 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (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 Themen 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*, erarbeitet.

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

In der Umwelt tritt Radioaktivität aus verschiedenen natürlichen und anthropogenen Quellen auf. Daher können Wasserkörper (z. B. Oberflächenwasser, Grundwasser, Meerwasser) die folgenden Radionuklide natürlichen oder künstlichen Ursprungs 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 aufgrund von natürlichen Ursachen in Wasser nachgewiesen werden (z. B. Desorption aus dem Boden oder Auswaschung durch Regenwasser) oder sie können durch technologische Prozesse freigesetzt werden, die natürlich vorkommende radioaktive Materialien beinhalten (z. B. Abbau und Verarbeitung von Mineralsanden oder Herstellung und Verwendung von Phosphatdüngern).
- Künstliche Radionuklide wie Transuran-Elemente (Americium, Plutonium, Neptunium, Curium), ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr und gamma-emittierende Radionuklide können ebenfalls in natürlichen Gewässern vorkommen. Kleine Mengen dieser Radionuklide werden als Ergebnis behördlich genehmigter Einleitungen aus nuklearen Anlagen zur Brennstoffverarbeitung in die Umwelt freigesetzt. Einige dieser Radionuklide, die in Medizin oder Industrieanwendungen verwendet werden, werden nach Gebrauch auch in die Umwelt abgegeben. Anthropogene Radionuklide sind in Gewässern auch infolge radioaktiver Niederschläge in der Vergangenheit zu finden, die durch die Explosion von Nuklearwaffen in der Atmosphäre und durch Unfälle wie in Tschernobyl und Fukushima verursacht wurden.

Die Aktivitätskonzentration von Radionukliden in Gewässern kann je nach den lokalen geologischen Merkmalen und klimatischen Bedingungen variieren und kann lokal und zeitlich durch Freisetzung aus kerntechnischen Einrichtungen während geplanter, bestehender und notfallbedingter Expositionen erhöht sein [1]. Trinkwasser kann daher Radionuklide in Aktivitätskonzentrationen enthalten, die eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellen könnten.

Die in Abwässern vorhandenen Radionuklide werden in der Regel kontrolliert, bevor sie in die Umwelt [2] und in Gewässer eingeleitet werden. Trinkwässer werden auf ihre Radioaktivität hin überwacht, wie von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) [3] empfohlen, so dass angemessene Maßnahmen ergriffen werden können, um sicherzustellen, dass es keine gesundheitlichen Auswirkungen für die Öffentlichkeit gibt. Nach diesen internationalen Empfehlungen enthalten nationale Vorschriften in der Regel zulässige Grenzwerte für Radionuklidkonzentrationen für Abwässer, die in die Umwelt eingeleitet werden, und Radionuklidorientierungswerte für Gewässer und Trinkwasser für geplante, bestehende und notfallbedingte Expositionssituationen. Die Einhaltung dieser Grenzwerte kann anhand von Messergebnissen mit den damit verbundenen Unsicherheiten beurteilt werden, wie in ISO/IEC Guide 98-3 und ISO 5667-20 [4] angegeben.

Je nach Expositionssituation gibt es unterschiedliche Grenzwerte und Orientierungswerte, die zu einer Maßnahme zur Verringerung des Gesundheitsrisikos führen würden. Zum Beispiel betragen die Orientierungswerte für Trinkwasser nach den WHO-Leitlinien während einer geplanten oder bestehenden Notfallsituation 1 Bq/l für die Aktivitätskonzentration von ^{226}Ra bzw. 0,1 Bq/l für die Aktivitätskonzentration von ^{228}Ra .

ANMERKUNG 1 Der Orientierungswert ist die Aktivitätskonzentration bei der Aufnahme von 2 l Trinkwasser je Tag für ein Jahr, die zu einer effektiven Dosis von 0,1 mSv je Jahr für die Bevölkerung führt. Dies ist eine effektive Dosis, die ein sehr geringes Risiko darstellt und von der nicht erwartet wird, dass sie nachweisbare schädliche Gesundheitsauswirkungen zur Folge hat [3].

Für den Fall einer nuklearen Notfallsituation wird zu den Leitlinienwerten im WHO-Codex [5] angemerkt, dass die Aktivitätskonzentrationen höher sein könnten.

ANMERKUNG 2 Die Leitlinienwerte des Codex gelten für Radionuklide in international gehandelten Nahrungsmitteln für den menschlichen Verzehr, die in der Folge eines nuklearen oder radiologischen Notfalls kontaminiert wurden. Diese Leitlinienwerte gelten für Nahrungsmittel nach Aufbereitung oder wie für den Verzehr vorbereitet, d.h. nicht für getrocknete oder konzentrierte Nahrungsmittel, und beruhen auf einem Ausnahme-Eingreifschwollenwert von 1 mSv je Jahr bei Menschen (Kinder und Erwachsene) [5].

So kann das Prüfverfahren so angepasst werden, das die charakteristischen Grenzen, die Erkennungsgrenze, die Nachweisgrenze und die Unsicherheiten sicherstellen, dass die Prüfergebnisse der Aktivitätskonzentration der Radionuklide unter den von einer nationalen Behörde sowohl für geplante/bestehende Situationen als auch für Notfallsituationen festgelegten Orientierungswerten liegen [6], [7].

In der Regel können die Prüfverfahren so angepasst werden, dass die Aktivitätskonzentration der Radionuklide entweder in den Abwässern vor der Zwischenspeicherung oder im Ablauf vor der Einleitung in die Umwelt gemessen wird. Die Prüfergebnisse ermöglichen es dem Anlagebetreiber, zu prüfen, dass die Radioaktivitätskonzentrationen der Abwässer/Abläufe vor ihrer Einleitung die zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten.

Das/die in diesem Dokument beschriebene(n) Prüfverfahren darf/dürfen sowohl in geplanten, bestehenden und notfallbedingten Expositionssituationen als auch für Abwässer und Abläufe mit spezifischen Modifikationen verwendet werden, die die Gesamtunsicherheit, die Nachweisgrenze und den Schwellenwert erhöhen könnten.

Das/die Prüfverfahren darf/dürfen für Wasserproben nach korrekter Probenahme, Probenvorbehandlung und Probenvorbereitung angewendet werden (siehe entsprechender Teil der Reihe ISO 5667).

Dieses Dokument wurde entwickelt, um dem Bedarf der Prüflabore gerecht zu werden, die diese Messungen – in einigen Fällen durch nationale Behörden gefordert – durchführen, 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 anderer Einschränkungen festzustellen.

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

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren zur Bestimmung der Aktivitätskonzentrationen von Radium-226 (^{226}Ra) und Radium-228 (^{228}Ra) in Trinkwasserproben durch chemische Abtrennung von Radium und seine Messung mit dem Flüssigszintillationszähler fest.

Mit diesem Prüfverfahren können mit derzeit erhältlichen Flüssigszintillationszählern massenbezogene Aktivitätskonzentrationen an ^{226}Ra und ^{228}Ra bis zu einer Untergrenze von 0,01 Bq/kg (^{226}Ra) bzw. 0,06 Bq/kg (^{228}Ra) bestimmt werden, wenn in einem Flüssigszintillationszähler mit niedrigem Nulleffekt 0,5 kg Probenmasse und eine Messdauer von 1 h verwendet werden [8].

Das Prüfverfahren kann für die Schnellerkennung der Kontamination von Trinkwasser mit Radium in Notfallsituationen verwendet werden.

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/IEC 17025:2017, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

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)*

3 Begriffe, Symbole und Einheiten

3.1 Begriffe

In diesem Dokument werden keine Begriffe aufgeführt.

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 <http://www.electropedia.org/>

3.2 Symbole, Definitionen und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Definitionen, Symbole und Abkürzungen nach ISO 80000-10, ISO/IEC Guide 98-3 und die folgenden Symbole, Einheiten und Definitionen.

Symbol	Einheit	Definition
A_x	Bq/kg	zertifizierte massenbezogene Aktivität des Analyten in der zertifizierten Standardlösung am Referenzdatum
A_x^t	Bq/kg	massenbezogene Aktivität des Analyten in der Qualitätskontrollprobe am Referenzdatum
a_x	Bq/kg	massenbezogene Aktivität des Analyten in der Messprobe am Probenahmedatum
a^*	Bq/kg	Erkennungsgrenze des Analyten
$a^\#$	Bq/kg	Nachweisgrenze des Analyten
$a^<, a^>$	Bq/kg	untere und obere Grenze des Vertrauensbereichs
c_a	Bq/l	massenbezogene Aktivität des Analyten in der Messprobe am Probenahmedatum
C_x	Bq/kg	massenbezogene Zielaktivität des Analyten in der Qualitätskontrollprobe, die zur Validierung des Verfahrens hergestellt wurde
m_{s-x}	kg	Masse der zertifizierten Standardlösung, die für die Analyse des Analyten verwendet wird
m_{t-x}	kg	Masse der Qualitätskontrollprobe, die für die Analyse des Analyten verwendet wird
m_s	kg	Masse der Messprobe
n_x^s	1/s	Netto-Zählrate des Analyten in der zertifizierten Standardlösung
n_x^t	1/s	Netto-Zählrate des Analyten in der Qualitätskontrollprobe
n_x	1/s	Netto-Zählrate des Analyten in der Messprobe
PI	%	Präzisionsindex
R_L	Bq/kg	Vergleichsgrenze
r_L	Bq/kg	Wiederholgrenze
r_{g-x}	1/s	Brutto-Zählrate des Analyten in der Messprobe