

DIN EN ISO 13165-1



ICS 13.060.60; 17.240

Einsprüche bis 2024-04-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 13165-1:2020-12

Entwurf

**Wasserbeschaffenheit –
Radium-226 –
Teil 1: Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler
(ISO 13165-1:2022);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13165-1:2023**

Water quality –
Radium-226 –
Part 1: Test method using liquid scintillation counting (ISO 13165-1:2022);
German and English version prEN ISO 13165-1:2023

Qualité de l'eau –
Radium-226 –
Partie 1: Méthode d'essai par comptage des scintillations en milieu liquide
(ISO 13165-1:2022);
Version allemande et anglaise prEN ISO 13165-1:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-02-02 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil das beabsichtigte Dokument 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 naw@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 Wasserwesen (NAW), 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 49 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO 13165-1:2022 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 13165-1:2023 durch das Technische Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ übernommen, 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).

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.

DIN EN ISO 13165 besteht unter dem allgemeinen Titel *Wasserbeschaffenheit — Radium-226* aus den folgenden Teilen:

- Teil 1: Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler
- Teil 2: Verfahren mittels Emanometrie
- Teil 3: Verfahren mittels Kopräzipitation und Gammaskpektrometrie

Bezeichnung des Verfahrens:

Radium-226 — Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler (C 25):

Verfahren DIN EN ISO 13165-1 — C 25

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

ISO 3696	siehe	DIN EN ISO 3696 (zurückgezogen)
ISO 5667-1	siehe	DIN EN ISO 5667-1
ISO 5667-3	siehe	DIN EN ISO 5667-3
ISO 7870-2	siehe	DIN ISO 7870-2
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025
ISO 80000-10	siehe	DIN EN ISO 80000-10

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 — Verfahren mit dem Flüssigszintillationszähler (C 25).

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)

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 EN ISO 13165-1:2020-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

a) Einleitung aktualisiert;

E DIN EN ISO 13165-1:2024-03

- b) Liste der Symbole aktualisiert;
- c) Angabe der Ergebnisse aktualisiert;
- d) Analysenbericht aktualisiert;
- e) Verfahrenskennndaten aktualisiert;
- f) Dokument redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3696, *Wasser*

DIN EN ISO 5667-1, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 1: Anleitung zur Erstellung von Probenahmeplänen 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, *Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien*

DIN ISO 7870-2, *Regelkarten — Teil 2: Shewhart-Regelkarten*

– Leerseite –

Oktober 2023

prEN ISO 13165-1

**Wasserbeschaffenheit – Radium-226 – Teil 1: Verfahren mit dem
Flüssigszintillationszähler (ISO 13165-1:2022)**

Water quality – Radium-226 – Part 1: Test method using liquid scintillation counting (ISO 13165-1:2022)

Qualité de l'eau – Radium-226 – Partie 1: Méthode d'essai par comptage des scintillations en milieu liquide
(ISO 13165-1:2022)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Einheiten	8
5 Grundlage des Verfahrens	10
6 Reagenzien und Geräte	10
6.1 Reagenzien	10
6.2 Geräte	10
7 Probenahme	11
8 Einrichtung und Kalibrierung der Geräte	11
8.1 Herstellung der Kalibrierquellen	11
8.2 Optimierung der Zählbedingungen	11
8.3 Zählausbeute	12
8.4 Herstellung und Messung von Blindproben	12
9 Durchführung	13
9.1 Direktzählung	13
9.2 Thermische Vorkonzentrierung	13
9.3 Herstellung der Probe	13
9.4 Messung der Probe	13
10 Qualitätskontrolle	14
11 Angabe der Ergebnisse	14
11.1 Berechnung der massebezogenen Aktivität	14
11.2 Standardunsicherheit	14
11.3 Erkennungsgrenze	15
11.4 Nachweisgrenze	15
11.5 Grenzen der Überdeckungsintervalle	15
11.5.1 Grenzen des probabilistisch symmetrischen Überdeckungsintervalls	15
11.5.2 Kürzestes Überdeckungsintervall	16
11.6 Berechnung anhand der Aktivitätskonzentration	16
12 Prüfung auf Störungen	16
13 Analysenbericht	17
Anhang A (informativ) Geräteeinstellungen und Validierungsdaten [13]	19
A.1 Einstellung und Kalibrierung der Geräte	19
A.2 Durchführung	20
A.3 Angabe der Ergebnisse	20
A.4 Validierungsdaten	20
A.4.1 Linearität	20
A.4.2 Präzision unter Wiederholungsbedingungen	21
A.4.3 Präzision unter Reproduzierbarkeitsbedingungen	22
A.4.4 Genauigkeit (Richtigkeit)	22
A.4.5 Nachweisgrenzen	22
A.4.6 Unsicherheiten	22
Literaturhinweise	23

Bilder

Bild A.1 — Spektrum einer Flüssigszintillationszählung	19
Bild A.2 — Ausbeuten bei unterschiedlichen massebezogenen Aktivitätswerten (Regelkarte) . .	21

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole	9
Tabelle A.1 — Kalibrier und Blindwertparameter	20
Tabelle A.2 — Charakteristische Grenzwerte	20
Tabelle A.3 — Ausbeuten bei unterschiedlichen massebezogenen Aktivitäten	21
Tabelle A.4 — (mittlere) Wiederholbarkeit	22

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 13165-1:2022 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 13165-1:2023 durch das Technische Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ übernommen, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 13165-1:2020 ersetzen.

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.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 13165-1:2022 wurde von CEN als prEN ISO 13165-1:2023 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-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 147, *Water quality*, Unterkomitee SC 3, *Radioactivity measurements* erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 13165-1:2013), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- die Einleitung wurde aktualisiert;
- die Liste der Symbole wurde aktualisiert;
- die Angabe der Ergebnisse wurde aktualisiert;
- der Analysenbericht wurde aktualisiert;
- die Verfahrenskenndaten wurden aktualisiert.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 13165 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

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, 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 , ^{210}Po und ^{210}Pb , können in Wässern aufgrund 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 vorkommen. Kleine Mengen dieser Radionuklide werden als Ergebnis aufgrund behördlich genehmigter Einleitungen aus dem Ablauf nuklearer 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 werden in Gewässern 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.

Aktivitätskonzentrationen von Radionukliden in Wasserkörpern können aufgrund lokaler geologischer und klimatischer Bedingungen variieren und können lokal und zeitweise durch Freisetzungen aus Nuklearanlagen während geplanter, tatsächlicher und notfallbedingter Expositionssituationen [1] erhöht sein. Trinkwasser kann daher Radionuklide in Aktivitätskonzentrationen enthalten, die ein Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen können.

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, sodass angemessene Maßnahmen ergriffen werden können, um sicherzustellen, dass es keine gesundheitlichen Auswirkungen auf 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 Radionuklid-Orientierungswerte 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 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 $1 \text{ Bq} \cdot \text{l}^{-1}$ für die Aktivitätskonzentration von Radium-226.

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 von der nicht erwartet wird, dass sie nachweisbare schädliche Gesundheitsauswirkungen zur Folge hat [7].

Im Falle eines nuklearen Notfalls wurde in den Codex-Leitlinien der WHO [5] darauf hingewiesen, dass die Aktivitätskonzentration höher sein kann.

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 der Rekonstituierung bzw. im verzehrfertigen Zustand, d. h. sie gelten nicht für getrocknete oder konzentrierte Lebensmittel und basieren auf einem Eingriffsschwellenwert von 1 mSv je Jahr für die Bevölkerung (Säuglinge und Erwachsene) [5].

Daher kann das Prüfverfahren so angepasst werden, dass die charakteristischen Grenzen, Entscheidungsschwellenwert, Bestimmungsgrenze und die Messunsicherheiten sicherstellen, dass die Radionuklidkonzentration verifizierbar unterhalb der Richtwerte liegen, die von einer nationalen Behörde Einhaltung in geplanten Routine-Situationen oder in Notfallsituationen festgelegt sind [6] [7].

Üblicherweise können die Prüfverfahren für die Messung der Aktivitätskonzentration der Radionuklide entweder in den Abwässern vor der Endlagerung oder und Einleitungen vor deren Freisetzung in die Umwelt angepasst werden.

Die Prüfergebnisse ermöglichen es dem Anlagenbetreiber zu prüfen, ob die Radioaktivitätskonzentrationen der Abwässer/flüssigen Ableitungen vor ihrer Einleitung die zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten.

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

Das/die Prüfverfahren darf/dürfen 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.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Verfahren für die Bestimmung der Aktivitätskonzentration von Radium-226 (^{226}Ra) in nicht-salzhaltigem Wasser durch Extraktion des Tochterisotops Radon-222 (^{222}Rn) und dessen Messung mithilfe eines Flüssigszintillationszählers fest.

Das in diesem Dokument beschriebene Verfahren, bei der derzeit verfügbare Szintillationszähler verwendet werden, hat eine Nachweisgrenze von etwa 50 mBq/l. Dieses Verfahrens ist nicht für die Messung anderer Radiumisotope anwendbar.

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 einzuschalten.

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, *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

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/>

4 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten Symbole in Tabelle 1 nach ISO 80000-10 und ISO/IEC Guide 98-3 sowie die folgenden:

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Beschreibung	Einheit
a	massebezogene Aktivität der Probe zur Messzeit	Bq/g
a_S	massebezogene Aktivität der ^{226}Ra -Standardlösung zur Messzeit	Bq/g
a^*	Erkennungsgrenze der massebezogenen Alpha-Aktivität	Bq/g
$a^\#$	Nachweisgrenze der massebezogenen Alpha-Aktivität	Bq/g
$a^<, a^>$	untere und obere Grenze des probalistisch symmetrischen Überdeckungsintervalls	Bq/g
$a^{<, a^{>}}$	untere und obere Grenze des kürzesten Überdeckungsintervalls	Bq/g
c	Konzentration	mol/l
c_A	Aktivitätskonzentration	Bq/l
k	Erfassungsfaktor	—
m	Masse der Messprobe	g
m_1	Masse der ursprünglichen Probe, erhitzt oder gegebenenfalls konzentriert,	g
m_2	Masse der erhitzten oder konzentrierten Probe	g
m_3	Masse der in das Fläschchen übertragenen erhitzten oder konzentrierten Probe	g
m_S	Masse der für die Vorbereitung der Kalibrierprobe verwendeten ^{226}Ra -Standardlösung	g
p	Wahrscheinlichkeit (zum Beispiel $p = 1-\alpha$, $1-\beta$ oder $1-\gamma/2$)	—
q	Wahrscheinlichkeit	—
r_0	Zählrate der Blindprobe im Alpha-Fenster	s^{-1}
r_g	Gesamtzählrate der Probe im Alpha-Fenster	s^{-1}
r_S	Zählrate der Kalibrierprobe im Alpha-Fenster	s^{-1}
t_0	Messdauer der Blindprobe	s
t_g	Messdauer der Probe	s
t_S	Messdauer der Kalibrierung	s
$u(a)$	Standardunsicherheit in Bezug auf das Messergebnis	Bq/l
$\tilde{u}(\tilde{a})$	Standardunsicherheit von a in Abhängigkeit ihres tatsächlichen Werts	—
u_{rel}	relative Standardunsicherheit	—
u_c	kombinierte Messunsicherheit	—
U	erweiterte Messunsicherheit nach folgender Berechnung: $U = k u(a)$ mit $k = 1, 2, \dots$	Bq/l
w	Faktor entsprechend $1/\varepsilon m$	—
ε	relative Alpha-Zählausbeute	—
ρ	Dichte	g/l
Φ	Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung	—
ω	Hilfsgröße	—
γ	probalistischer Überdeckungsintervall	—