

DIN EN ISO 9696



ICS 13.060.60; 17.240

Einsprüche bis 2016-02-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 38404-14:1987-06

Entwurf**Wasserbeschaffenheit –****Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivität in nicht-salzhaltigem Wasser –
Dickschichtverfahren (ISO/DIS 9696:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 9696:2015**

Water quality –

Measurement of gross alpha activity in non-saline water –

Thick source method (ISO/DIS 9696:2015);

German and English version prEN ISO 9696:2015

Qualité de l'eau –

Mesurage de l'activité alpha globale des eaux non salines –

Méthode par source concentrée (ISO/DIS 9696:2015);

Version allemande et anglaise prEN ISO 9696:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-12-11 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme 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 (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 39 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 9696:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 119-01-03 AA „Wasseruntersuchung“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Das Ausgabedatum des Europäischen Norm-Entwurfs stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses DIN-EN-ISO-Entwurfs noch nicht fest; der prEN ISO wird jedoch vom CCMC unter der angegebenen prEN-Nummer demnächst zur CEN-Umfrage verteilt. Um der deutschen Öffentlichkeit eine möglichst lange Einspruchsfrist einzuräumen, wurde dieser Norm-Entwurf bereits vorab veröffentlicht.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 9696 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Bezeichnung des Verfahrens:

Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivität in nicht-salzhaltigem Wasser — Dickschichtverfahren (C 33):

Verfahren DIN EN ISO 9696 — C 33

Änderungen

Gegenüber DIN 38404-14:1987-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Struktur und Gliederung wurde von ISO/DIS 9696:2015 unverändert übernommen;
- b) Details des Verfahrens wurden abgeändert (z. B. Glühtemperatur auf 350 °C gesenkt);
- c) Reagenzien wurden geändert;
- d) ausführliche Berechnung der Messergebnisse und der Messunsicherheit wurde eingefügt;
- e) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3696	siehe	DIN ISO 3696
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	siehe	DIN ISO 11929
ISO 80000-10	siehe	DIN EN ISO 80000-10
ISO/IEC 17025	siehe	DIN EN ISO/IEC 17025

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 5667-14, *Wasserbeschaffenheit — Probenahme — Teil 14: Anleitung zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle der umweltrelevanten Wasserprobenahme und -handhabung*

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

DIN ISO 3696, *Wasser für analytische Zwecke; Anforderungen und Prüfungen*

DIN ISO 11929, *Bestimmung der charakteristischen Grenzen (Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze und Grenzen des Vertrauensbereichs) bei Messungen ionisierender Strahlung Grundlagen und Anwendungen*

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

— Leerseite —

Wasserbeschaffenheit — Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivität in nicht-salzhaltigem Wasser — Dickschichtverfahren (ISO/DIS 9696:2015)

Qualité de l'eau — Mesurage de l'activité alpha globale des eaux non salines — Méthode par source concentrée (ISO/DIS 9696:2015)

Water quality — Measurement of gross alpha activity in non-saline water — Thick source method (ISO/DIS 9696:2015)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.7g

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Symbole, Begriffe und Einheiten	7
4 Grundlage des Verfahrens	7
5 Reagenzien und Geräte	8
5.1 Reagenzien	8
5.2 Geräte	9
6 Durchführung	10
6.1 Probenahme	10
6.2 Vorbehandlung	10
6.3 Konzentrationsphase	10
6.4 Sulfatierungsphase	11
6.5 Glühphase	11
6.6 Vorbereitung der Probe	11
6.7 Messung	12
6.8 Bestimmung des Nulleffekts	12
6.9 Vorbereitung der Kalibrierprobe	12
6.10 Empfindlichkeit und systematische Messabweichung	13
6.11 Optimierung der Bestimmung	13
7 Prüfung auf Verunreinigungen	13
7.1 Allgemeines	13
7.2 Verluste von Radon-Isotopen	14
7.3 Verluste von Polonium	14
8 Angabe der Ergebnisse	14
8.1 Berechnung der Aktivitätskonzentration	14
8.2 Standardunsicherheit	14
8.3 Erkennungsgrenze	15
8.4 Nachweisgrenze	15
8.5 Grenzen des Vertrauensintervalls	15
9 Analysenbericht	16
Anhang A (informativ) Leistungskriterien	17
Literaturhinweise	18

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 9696:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 147 „Water quality“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 230 „Wasseranalytik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 9696:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 9696:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 147, *Water quality*, Subkomitee SC 3, *Radioactivity measurements*.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 9696:2007), die technisch überarbeitet wurde.

Einleitung

In der Umwelt tritt Radioaktivität aus verschiedenen natürlichen und anthropogenen Quellen auf. Wasserkörper (z. B. Oberflächenwasser, Grundwasser, Meerwasser) können die folgenden Radionuklide natürlichen oder künstlichen Ursprungs enthalten:

- natürliche Radionuklide, einschließlich Kalium-40 und Zerfallsprodukte der Thorium- und Uran-Reihe, insbesondere Radium-226, Radium-228, Uran-234, Uran-238 und Blei-210 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, bei denen natürlich vorkommende Materialien verarbeitet werden (z. B. durch Abbau und Verwertung von Mineralsanden und die Verwendung von phosphathaltigen Düngemitteln);
- künstliche Radionuklide, wie die Transuran-Elemente (Americium, Plutonium, Neptunium, Curium), Tritium, Kohlenstoff-14, Strontium-90 und einige Gamma-emittierende Radionuklide können, als Ergebnis autorisierter Einleitungen von geringen Abwassermengen aus dem Ablauf nuklearer Anlagen zur Brennstoffverarbeitung, auch in natürlichen Wässern nachgewiesen werden. Sie werden auch in die Umwelt freigesetzt, wenn sie in der Medizin oder Industrieanwendungen in nicht abgeschirmter Form eingesetzt werden. Und sie werden im Wasser nachgewiesen als Ergebnis vergangener Fall-out-Kontaminationen aus Kernwaffentests und Unfällen wie Tschernobyl und Fukushima.

Trinkwasser kann daher Radionuklide mit Aktivitätskonzentrationen enthalten, die ein Gesundheitsrisiko bedeuten können. Um die Qualität von Trinkwasser im Hinblick auf den Gehalt an Radionukliden abzuschätzen (einschließlich Mineralwasser und Quellwasser) und um Richtlinien zur Minimierung von Gesundheitsrisiken durch Maßnahmen zur Reduzierung der Aktivitätskonzentrationen von Radionukliden zur Verfügung zu stellen, werden Wasserressourcen (Grundwasser, Fluss, See, Meer, usw.) und Trinkwasser nach den Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) auf ihre Radioaktivität überwacht, und können von einigen nationalen Behörden gefordert werden.

Eine Internationale Norm für ein Analysenverfahren zur Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivität in Wasserproben ist gerechtfertigt für Prüflaboratorien, die diese Messungen durchführen - in einigen Fällen durch nationale Behörden gefordert - da Laboratorien möglicherweise eine spezifische Akkreditierung für die Messung von Radionukliden in Trinkwasserproben erhalten müssen.

Der durch die WHO empfohlene Orientierungswert der Gesamt-Alpha-Aktivität in Trinkwasserproben beträgt $0,5 \text{ Bq l}^{-1}$ [1]. Wird dieser Wert nicht überschritten, sollte eine effektive Dosis von $0,1 \text{ mSv a}^{-1}$ ebenfalls nicht überschritten werden. Falls der Gesamt-Alpha-Orientierungswert überschritten wird, wird empfohlen, die spezifischen Radionuklide zu bestimmen und ihre Aktivitätskonzentrationen zu messen.

ANMERKUNG Der Orientierungswert ist festgelegt, beruhend auf der Aktivitätskonzentration bei der Aufnahme von 2 l Trinkwasser je Tag für die Dauer eines Jahres, der eine effektive Dosis von weniger als $0,1 \text{ mSv a}^{-1}$ für Mitglieder der Bevölkerung ergibt; eine Dosis, die ein sehr geringes Risiko für nachweisbare schädliche Gesundheitsauswirkungen bedeutet.

Diese Internationale Norm ist ein Verfahren aus einer Reihe von genormten Analysenverfahren, die die Bestimmung der Gesamt-Aktivität von Radionukliden in Wasserproben behandeln. Die weiteren in Bezug stehenden Normen sind

- ISO 9696,
- ISO 10704 und
- ISO 11704.

WARNUNG — Anwender dieser Internationalen Norm sollten mit der üblichen Laborpraxis vertraut sein. Diese Norm 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 sicherzustellen, dass diese mit nationalen Festlegungen übereinstimmen.

WICHTIG — Es ist erforderlich, bei den Untersuchungen nach dieser Internationalen Norm Fachleute einzuschalten.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivität von Alpha-Strahlen emittierenden Radionukliden in nicht-salzhaltigem Wasser fest, die bis zu 350 °C nicht flüchtig sind.

Das Verfahren ist auf Roh- und Trinkwasser anwendbar.

Der Arbeitsbereich hängt von der Menge an gelösten Salzen im Wasser und von der Leistungsfähigkeit (Nulleffektzählrate und Zählausbeute) der Zählvorrichtung ab.

Es liegt in der Verantwortung des Labors sicherzustellen, dass dieses Verfahren für die zu untersuchenden Wasserproben geeignet ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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: Guidance on the preservation and handling of water samples*

ISO 5667-14, *Water quality — Sampling — Part 14: Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling*

ISO 11929, *Determination of the characteristic limits (decision threshold, detection limit and limits of the confidence interval) for measurements of ionizing radiation — Fundamentals and application*

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

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

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 Symbole, Begriffe und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe und Bezeichnungen nach ISO 80000-10, ISO 11929, ISO/IEC Guide 98-3 und ISO/IEC Guide 99 und die folgenden Begriffe.

V_t	Volumen der Wasserprobe, in Liter
V	Volumen der Messprobe in Liter, das der Masse von Feststoffen auf der Messschale entspricht
m	Masse des geglühten Rückstandes des Volumens V , in Milligramm
m_r	Masse des abgelagerten Probenrückstands auf der Messschale, in Milligramm
A	Alpha-Aktivität der Kalibrierprobe, in Becquerel
c_A	Alpha-Aktivitätskonzentration, in Becquerel je Liter
t_0	Messdauer des Nulleffekts, in Sekunden
T_g	Messdauer der Probe, in Sekunden
r_0	Zählrate des Nulleffekts (Untergrundzählrate), je Sekunde
R_g	Bruttozählrate der Probe, je Sekunde
R_s	Zählrate der Kalibrierung, je Sekunde
ε	Zählausbeute der angegebenen Kalibrierprobe
S	Oberfläche der Messschale, in Quadratmillimeter
ρ_s	Dicke der Schicht des abgelagerten Rückstands auf der Messschale, in Milligramm je Quadratmillimeter
$u(c_A)$	Standardunsicherheit in Bezug auf das Messergebnis, in Becquerel je Liter
U	erweiterte Messunsicherheit berechnet mit: $U = k \cdot u(a)$, mit $k = 1, 2, \dots$, in Becquerel je Liter
c_A^*	Erkennungsgrenze, in Becquerel je Liter
$c_A^\#$	Nachweisgrenze, in Becquerel je Liter
$c_A^\triangleleft, c_A^\triangleright$	untere und obere Grenze des Vertrauensbereichs, in Becquerel je Liter

4 Grundlage des Verfahrens

Die Gesamt-Alpha-Strahlung wird mittels gasgefülltem Proportionalzählrohr oder Festkörper-Szintillationszähler (z. B. ZnS(Ag)-Detektor) aus Rückständen von Wasserproben bestimmt, die auf einer Messschale abgelagert sind. Zur Messung ist eine gleichmäßig dicke und homogene Schicht des Rückstands auf der Messschale erforderlich, weil die Position der Probe im Detektor die Zählrate aufgrund der Absorption der Alphateilchen im Rückstand selbst stark beeinflusst.

Die Messung der Gesamt-Alpha-Aktivität hat nicht zum Ziel die Alpha-Aktivität der Probe genau zu bestimmen, sondern ist ein Schnellverfahren um sicherzustellen, dass bestimmte Maßnahmenwerte für spezifische Alpha-Strahler nicht überschritten wurden. Diese Art der Bestimmung wird auch als Alpha-Index bezeichnet. Die Gesamt-Alpha-Bestimmung ist von vornherein nicht so genau oder so präzise wie die Bestimmung der Radionuklide nach radiochemischem Aufschluss.

Die Probe wird zur Stabilisierung angesäuert, bis zur annähernden Trockne eingedampft, in Sulfatform gebracht und bei 350 °C gegläht. Ein Teil des Rückstandes wird auf eine Messschale überführt. Die Alpha-Aktivität wird durch Zählung mithilfe eines Alpha-Zählers oder eines zuvor gegen einen Alpha-Strahlen emittierenden Standards kalibrierten Zählsystems bestimmt. Aus dem Ergebnis wird die Alpha-Aktivitätskonzentration berechnet. Es sollte beachtet werden, dass mit diesem Verfahren die Bestimmung einiger flüchtiger Stoffe wie gasförmiges ^{222}Rn und Poloniumhalogenide nicht möglich ist. Kurzlebige Radionuklide (z. B. ^{224}Ra) könnten aufgrund der Dauer zwischen Probenahme und Messung ebenfalls nicht mehr nachweisbar sein.

5 Reagenzien und Geräte

5.1 Reagenzien

Mit Ausnahme der zertifizierten Referenzlösung müssen alle Reagenzien von anerkannter Analysequalität sein und dürfen keine messbare Alpha-Aktivität enthalten.

ANMERKUNG Ein Verfahren zur Vorbereitung von Reagenzien-Blindwertmessungen zur Prüfung auf endemische Radioaktivität oder Verunreinigung ist in Abschnitt 7 enthalten.

5.1.1 Wasser, destilliert oder entionisiert, für alle Anwendungen.

5.1.2 Zertifizierte Referenzlösung.

Ein Kalibrierlabor bestimmt die Rückführbarkeit seiner eigenen Messstandards und Messinstrumente auf das Internationale Einheitensystem (SI) durch eine ununterbrochene Kette von Kalibrierungen oder Vergleichen, die mit den jeweils relevanten Primärstandards der SI-Einheiten in Bezug gesetzt werden. Dieser Bezug zu den SI-Einheiten darf durch Verweis auf nationale Messstandards hergestellt werden. Bei nationalen Messstandards kann es sich um Primärstandards handeln – also primäre Umsetzungen der SI-Einheiten oder vereinbarte Darstellungen von SI-Einheiten, die auf grundlegenden physikalischen Konstanten beruhen – oder um Sekundärstandards, also ein durch ein anderes nationales Messinstitut kalibrierter Standard. Wenn auf externe Kalibrierungsdienstleistungen zurückgegriffen wird, muss die Rückführbarkeit der Messungen dadurch sichergestellt sein, dass diese Leistungen von Laboren erbracht werden, welche eine angemessene Kompetenz, Messkapazität und Rückführbarkeit vorweisen können. In den Kalibrierungszertifikaten, die von diesen Laboren ausgegeben werden, muss das Messergebnis einschließlich der Messunsicherheit und/oder eine Bestätigung der Einhaltung einer ausgewiesenen Messtechnik-Spezifikation vermerkt sein.

Die Auswahl des Alpha-Standards richtet sich nach der Kenntnis des Typs von radioaktiver Verunreinigung, die im geprüften Wasser wahrscheinlich vorhanden ist. Im Allgemeinen besteht die Auswahl zwischen natürlich vorkommenden und anthropogenen Alpha-Strahlern.

Zwei gebräuchliche Standardlösungen von künstlich hergestellten Alpha-Strahlen emittierenden Radionukliden sind ^{241}Am und ^{239}Pu . Das Vorkommen von anderen Verunreinigungen im ausgewählten Alpha-Standard, die Alpha-Teilchen emittieren könnten oder zu Alpha-Strahler zerfallen könnten, ist zu berücksichtigen. Bei Verwendung von ^{241}Am sind potentielle Störungen durch die Gamma-Emission oder Einstreuungen zwischen Alpha- und Beta-Strahlen zu berücksichtigen (siehe [1]).

ANMERKUNG 1 Eine Uranverbindung mit zertifizierter natürlicher oder bekannter Isotopenzusammensetzung hat einen Vorteil: ihre spezifische Aktivität kann aus etablierten physikalischen Konstanten und Daten zum Vorkommen von Isotopen errechnet werden, die unabhängig von den Kalibrierungsverfahren einer konkreten Organisation sind.

ANMERKUNG 2 Darüber hinaus lässt sich mit einem Uran-Standard ein hohes Ergebnis für Transurane erzielen, da die von Uran-Isotopen emittierte Alpha-Strahlung weniger energiereich als die Strahlung von künstlichen transuranischen Nukliden ist. Wenn die tatsächliche Zusammensetzung unbekannt ist, bevorzugen einige Behörden eine Überbewertung der Ergebnisse als konservative Vorgehensweise.