

DIN ISO 23547
(VDE 0412-3547)
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 17.240

Einsprüche bis 2021-03-22

Entwurf

Bestimmung der Radioaktivität –
Gammastrahlung emittierende Radionuklide –
Spezifikation für Referenz-Messnormale für die Kalibrierung von
Gammaskpektrometern
(ISO/CD 23547:2020);
Text Deutsch und Englisch

Measurement of radioactivity –
 Gamma emitting radionuclides –

Reference measurement standard specifications for the calibration of gamma-ray spectrometers
 (ISO/CD 23547:2020);
 Text in German and English

Mesurage de la radioactivité –

Radionucléides émetteurs gamma –

Caractéristiques des étalons de mesure de référence pour la calibration de spectromètre
 gamma

(ISO/CD 23547:2020);

Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-01-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
 Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com 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 die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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 32 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
 DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	3
Vorwort.....	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Rückführbarkeit von Referenz-Messnormalen	9
5 Spezifikation von Normalquellen	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Referenz-Messnormale	11
5.3 Gebrauchs-Messnormale	15
6 Transfergeräte	16
6.1 Transfergerät	16
6.2 Kalibrierung	16
Literaturhinweise – Noch zu ergänzen	17
Tabellen	
Tabelle 1 – Radionuklide für Referenz-Messnormale	14

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument ISO/CD 23547:2020 „Measurement of radioactivity – Gamma emitting radionuclides – Reference measurement standard specifications for the calibration of gamma-ray spectrometers“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die ISO erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen ISO-Text.

Das internationale Dokument wurde vom ISO/TC 85/SC 2 „Radiological protection“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und den nationalen Mitgliedern zur Stellungnahme und Abstimmung vorgelegt.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium GK 851 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise 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 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. 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.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen, sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link www.iso.org/iso/foreword.html.

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

Einleitung

Ein jeder wird mit natürlicher Umgebungsstrahlung exponiert. Die natürlichen Quellen der Strahlung sind kosmische Strahlung und natürlich auftretende radioaktive Substanzen, die innerhalb der Erde selbst und im menschlichen Körper vorhanden sind. Menschliche Aktivitäten, die den Umgang mit Strahlung und radioaktiven Stoffen beinhalten, verursachen Strahlenexposition zusätzlich zur natürlichen Exposition. Einige dieser Aktivitäten, wie z. B. Bergbau und die Verwendung von Erz, das natürliche radioaktive Stoffe enthält, und die Energieerzeugung durch Verbrennung von Kohle, die derartige Stoffe enthält, erhöhen die Exposition durch natürliche Strahlungsquellen. Kerntechnische Einrichtungen verwenden radioaktive Stoffe und erzeugen radioaktive Abwässer und Abfälle während ihres Betriebs und bei ihrem Rückbau. Die Verwendung radioaktiver Stoffe in Industrie, Landwirtschaft und Forschung nimmt in der ganzen Welt zu.

Auch bewirken alle diese menschlichen Aktivitäten üblicherweise Strahlenexpositionen, die jedoch nur einen kleinen Teil des globalen mittleren Niveaus der natürlichen Strahlenexposition betragen. Die medizinische Anwendung von Strahlung ist die größte und weiter wachsende künstliche Quelle für Strahlenexpositionen in entwickelten Ländern. Dieses beinhaltet die diagnostische Radiologie, die Strahlentherapie, die Nuklearmedizin und die interventionelle Radiologie.

Strahlenexposition entsteht auch als Ergebnis von beruflichen Aktivitäten. Diese ergeben sich bei Arbeitern in der Industrie, Medizin und Forschung beim Umgang mit Strahlung oder radioaktiven Stoffen, als auch bei Passagieren und Besatzungsmitgliedern während des Luftverkehrs und bei Astronauten. Das mittlere Niveau der beruflichen Strahlenexposition ist üblicherweise ähnlich dem globalen Mittelwert der natürlichen Exposition [1].

Mit der zunehmenden Verwendung von Strahlung nehmen auch das mögliche Gesundheitsrisiko und die Bedenken der Öffentlichkeit zu. Deshalb werden alle diese Expositionen regelmäßig erfasst, um das Verständnis für globale Niveaus und zeitliche Trends bei der Exposition der Öffentlichkeit und der Arbeiter zu verbessern, um die Komponenten der Strahlenexposition zu untersuchen, als auch, um ein Maß für ihre relative Bedeutung zur Verfügung zu stellen, und um auftauchende Probleme, die mehr Aufmerksamkeit und genaue Untersuchungen erfordern, zu identifizieren. Während die Dosiswerte der Arbeiter meistens direkt gemessen werden, werden die Dosiswerte der Öffentlichkeit üblicherweise mittels indirekter Methoden unter Verwendung der Ergebnisse von Messungen der Radioaktivität an verschiedenen Quellen wie Abfall, Abwasser und/oder Umgebungsproben bestimmt.

Für den Prozess der Dosismessung ist es wesentlich, dass sich die Interessenvertreter (die Betreiber, die zuständigen Behörden, die örtlichen Informationskomitees und Vereine usw.) auf geeignete Methoden und Verfahren für Probenahme, Handhabung, Transport, Speicherung und Aufbereitung der Proben, Prüfverfahren und für die Berechnung der Messunsicherheit einigen, um sicherzustellen, dass die aus den Programmen zur Radioaktivitätsüberwachung erhaltenen Daten für den beabsichtigten Verwendungszweck geeignet sind. Da verlässliche, vergleichbare und für den Messzweck geeignete Daten wesentliche Voraussetzung für jede auf Messungen der Radioaktivität basierende Entscheidung über die öffentliche Gesundheit sind, sind internationale Normen für geprüfte und validierte Radionuklid-Prüfverfahren ein wichtiges Werkzeug für die Erzeugung solcher Messergebnisse. Die Anwendung von Normen dient auch dazu, eine kontinuierliche Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse verschiedener Prüflabore sicherzustellen. Labore wenden sie an, um ihre technische Qualifikation zu demonstrieren und um Eignungsprüfungen im Rahmen von Ringversuchen erfolgreich abzuschließen, zwei Voraussetzungen zur Erlangung der nationalen Akkreditierung. Zurzeit stehen über einhundert internationale Normen für die Anwendung von Prüflaboren zur Messung der wesentlichen Radionuklide zur Verfügung. Diese wurden von Technischen Komitees der Internationalen Organisation für Normung, einschließlich des Komitees ISO/TC 85, und von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erstellt.

Eine verlässliche Bestimmung der Aktivitätskonzentration der Gammastrahlung emittierenden Radionuklide in verschiedenen Umweltmedien ist für die Abschätzung der möglichen menschlichen Exposition (der Bevölkerung und der Arbeiter) durch die Radioaktivität aus allen diesen Quellen erforderlich.

Gammaspektrometrie wird häufig zur Bestimmung der Aktivität von gammastrahlenden Radionukliden verwendet. **ISO 20042** beschreibt die allgemeinen Anforderungen und Geräte zur Quantifizierung der Aktivitätskonzentration von gammastrahlenden Radionukliden in Proben nach der ordnungsgemäßen Probenahme, Probenhandhabung und Probenvorbereitung in einem Prüflabor oder direkt vor Ort. **ISO 20042** hilft den Prüflaboren auch bei der Verwaltung des Messprozesses, indem sie die allgemeinen Anforderungen und Methoden zur Kalibrierung und Validierung von Techniken festlegt. Sie bildet die Grundlage für Messaufgaben mit Hilfe der Gammaspektrometrie, wie sie in ISO 18589-3, **ISO 18589-7**, ISO 10703, ISO 13164-2 und ISO 13165-3 festgelegt sind.

Nach **ISO 20042** oder anderen dieser Normen sind Referenzquellen, die auf internationale Normale oder nationale Normale rückführbar sind, zur Kalibrierung von Gammaspektrometrie-Systemen erforderlich. Die Anforderung für dieses Dokument entstand aus dem Bedarf an Referenzquellen in den internationalen Normen, die sich mit der Kalibrierung von Gammaspektrometern befassen. Dementsprechend wird die Rückführbarkeit von Kalibrierquellen auf internationale Normale oder nationale Normale durch die Verwendung von Referenzquellen, die diesem Dokument entsprechen, hergestellt.

Bestimmung der Radioaktivität – Gammastrahlung emittierende Radionuklide – Spezifikation für Referenz-Messnormale für die Kalibrierung von Gammaskpektrometern

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die Eigenschaften von festen, flüssigen oder gasförmigen Gammastrahlen emittierenden Referenz-Messnormalen für die Kalibrierung von Gammaskpektrometern. Diese Referenz-Messnormale sind auf nationale Messnormale rückführbar.

Dieses Dokument beschreibt nicht die Verfahren, die mit der Verwendung dieser Referenzquellen für die Kalibrierung von Gammaskpektrometern verbunden sind. Solche Verfahren sind in **ISO 20042 [2]** und anderen Dokumenten beschrieben.

In diesem Dokument werden empfohlene Referenzstrahlungen für die Kalibrierung von Gammaskpektrometern angegeben. Dieses Dokument deckt Gammastrahler ab, die Photonen im Energiebereich von 20 keV bis 2000 keV emittieren, es ist aber nicht darauf beschränkt. Diese Referenzstrahlungen werden in Form von Punktquellen oder entsprechend ausgedehnten Quellen realisiert, die in ihrer Aktivität spezifiziert und auf nationale Normale rückführbar sind.

Flüssige Normale, die für die Herstellung von ausgedehnten Normalen durch die Labore verwendet werden sollen, sind ebenfalls in diesem Dokument enthalten. Referenzmaterialien (RMs), die nach ISO 17034 hergestellt wurden, sind nicht Gegenstand dieses Dokuments.

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 12749-2, *Nuclear energy, nuclear technologies, and radiological protection – Vocabulary – Part 2: Radiological protection*

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

IEC 60050-395, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 395: Nuclear instrumentation: Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

ISO 2919 *Radiological protection – Sealed radioactive sources – General requirements and classification*

ISO 9978 *Radiation protection – Sealed radioactive sources – Leakage test methods*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 12749-2 und IEC 60050-395 und die folgenden Begriffe.

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

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

3.1

Aktivität

(en: activity)

<einer Quelle> quantitative Angabe der Radioaktivität einer Menge jedes Radionuklids in einer Quelle oder Flüssigkeit eines Referenz-Messnormal zum Stichtag in Becquerel. Ein Quotient von $-dN$ durch dt , wobei dN die mittlere Änderung der Anzahl der Kerne in diesem Energiezustand aufgrund spontaner Kernumwandlungen im Zeitintervall dt ist.

Anmerkung 1 zum Begriff: Aktivität einer Menge eines Radionuklids in einem bestimmten Energiezustand zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie wird ausgedrückt als $A = -dN/dt$

Anmerkung 3 zum Begriff: Der besondere Name für die Einheit der Aktivität ist Becquerel (Bq), wobei $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$ und $1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$ ist.

3.2

Referenz-Messnormal

Bezugsnormal

(en: reference measurement standard)

Messnormal, das für die Kalibrierung anderer Messnormale für Größen einer bestimmten Art in einer bestimmten Organisation oder an einem bestimmten Ort bestimmt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Referenz-Messnormal für die Aktivität einer Menge von Radionukliden wird als radioaktives Material bereitgestellt, das in einem Behälter eingeschlossen oder an ein Material gebunden ist, mit dem es eng verbunden ist, wobei diese Kapsel oder dieses Verbindungsmaterial fest genug ist, um die Dichtheit der verschlossenen Quelle unter den Gebrauchs- und Verschleißbedingungen, für die sie konzipiert wurde, aufrechtzuerhalten.

3.3

Gebrauchs-Messnormal

(en: working measurement standard)

Messnormal, das routinemäßig zur Kalibrierung oder Verifizierung von Messgeräten oder Messsystemen verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Gebrauchs-Messnormal wird normalerweise in Bezug auf ein Referenz-Messnormal kalibriert.

Anmerkung 2 zum Begriff: In Bezug auf die Verifizierung werden manchmal auch die Benennungen „Prüfnormal“ oder „Kontrollnormal“ verwendet.

3.4

Transfer-Messgerät

(en: transfer measurement device)

Gerät, das als Vermittler zum Vergleich von Messnormalen verwendet wird

3.5

Kaskadensummierung

(en: cascade summing)

gleichzeitiger Nachweis von zwei oder mehr Photonen, die aus einem einzigen Kernzerfall stammen, der nur einen beobachteten (summierten) Puls zur Folge hat

3.6

Nachweiswahrscheinlichkeit

(en: detection efficiency)

Verhältnis Anzahl der nachgewiesenen Zählrate von Photonen zum Wert der Photonen-Emissionsrate bei der gleichen Energie E , die von einer Referenzquelle bei der aktuellen Messgeometrie emittiert werden

3.7

Selbstabsorption

(en: self-absorption)

<einer Quelle> Absorption von Strahlung, die innerhalb des Materials der Quelle selbst stattfindet

3.8

Unsicherheit

(en: uncertainty)

Standardunsicherheit ($k = 1$) sofern nichts anderes angegeben ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Behandlung von Unsicherheiten erfolgt nach ISO/IEC Guide 98-3 [3].

3.9

Gleichförmigkeit

(en: uniformity)

<eines Volumens in Bezug auf eine bestimmte Eigenschaft> Angabe für die fehlende Variation dieser Eigenschaft über den radioaktiven Bereich in einem Volumenstandard

3.10

Geräteprüfquellen

(en: instrument check sources)

einzelne oder gemischte Radionuklidquellen, die entwickelt wurden, um das korrekte Funktionieren von Strahlungsmessgeräten in Verbindung mit Gammaskpektrometern zu überprüfen

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Kalibrierung von Gammaskpektrometern werden Geräteprüfquellen nicht verwendet.

4 Rückführbarkeit von Referenz-Messnormalen

Nationale Metrologieinstitute (NMIs) oder Kalibrierlabore sollten nach ihrem Ermessen die Mittel bereitstellen, mit denen Referenz-Messnormale für einen bestimmten Bereich von Radionukliden von ihnen zertifiziert werden können. Nationale Metrologieinstitute und Kalibrierlabore, die Messnormale bereitstellen, sollten nach ISO/IEC 17025 für die Kalibrierung von Messnormalen akkreditiert sein.

Für diejenigen Länder, die das Abkommen über die gegenseitige Anerkennung (MRA) [4] unterzeichnet haben, wird ein Kalibrierzertifikat eines anderen teilnehmenden Instituts in einem zweiten Land als im ersten Land gültig anerkannt, und zwar für die in Anhang C des Referenzdokuments [3] angegebenen Größen, Bereiche und Messunsicherheiten.

Das als feste umschlossene Quelle bereitgestellte Referenz-Messnormal sollte unter Verwendung von flüssigen Radionuklidnormalen hergestellt werden. Die Aktivitätskonzentration einer solchen als Normallösung bezeichneten Lösung wird durch absolute Aktivitätsmessung (z. B. $4\pi\beta\text{-}\gamma$ -Koinzidenz-Zähltechnik) durch Nationale Metrologieinstitute bestimmt.

Unter Druck stehende Ionisationskammern oder Germanium-Halbleiterdetektoren, die zuvor mit Hilfe von standardisierten Lösungen mehrerer Nuklidarten kalibriert wurden, werden auch häufig zur Bestimmung der Aktivitätskonzentration des flüssigen Normals durch sekundäre Kalibrierlabore verwendet. Bei Punktquellen-Referenz-Messnormalen (siehe 5.1 a)) wird das flüssige Normal gravimetrisch auf das verschwindend kleine Substrat (z. B. Ionenaustauscher-Harz) aufgebracht und in der Quellenkapsel versiegelt (ISO 2919).

Das flüssige Normal kann auch direkt gravimetrisch auf die Kapsel aufgebracht und nach dem Trocknungsprozess abgedeckt werden, um einen Verlust von radioaktivem Material zu vermeiden.

Die Aktivität der Punktquelle könnte aus der Aktivitätskonzentration der Lösungsquelle und der deponierten Masse des flüssigen Normals, ausgedrückt in Gramm, bestimmt werden. Solche Quellen werden auch als Referenz-Messnormal verwendet, um andere Punktquellen desselben Nuklids durch eine Vergleichsmessung im sekundären Kalibrierlabor zu bestimmen.

Im Falle von großflächigen Quellen als Referenz-Messnormal (siehe 5.1 b)) muss das flüssige Normal gleichmäßig gravimetrisch auf das Filterpapier aufgetragen und nach dem Trocknungsprozess in der Quellenkapsel versiegelt werden [5]. Die Aktivität des großflächigen Referenz-Messnormals kann aus der Aktivitätskonzentration des flüssigen Standards und der abgelagerten Masse des flüssigen Standards in Gramm bestimmt werden.

Bei festem Referenz-Messnormal (siehe 5.1 c)) wird das flüssige Normal gravimetrisch zu einem Stoff (z. B. Harz, Agar, verschiedene Adsorptionsmittel) hinzugefügt. Nach dem Homogenisierungsprozess wird der

radioaktive Stoff gravimetrisch in einen Behälter gefüllt. Die resultierende Aktivität kann aus der eingefüllten Masse der radioaktiven Substanz in Gramm, dem Verdünnungsfaktor und der Aktivitätskonzentration der Masterlösung bestimmt werden.

Die Unsicherheit der kalibrierten Aktivität sollte unter Berücksichtigung der Unsicherheit, die durch den Aktivitätsverlust bei der Herstellung der Quelle verursacht wird, und der Gleichmäßigkeit der Aktivitätsverteilung innerhalb der radioaktiven Substanz abgeschätzt werden.

Organisationen mit der Aufgabe, die Bauarten von Instrumenten, die zur Überwachung der Radioaktivität verwendet werden, zu prüfen und zu kalibrieren (z. B. Prüflabor für Umweltradioaktivitätsmessungen), müssen Zugang zu geeigneten Referenz-Messnormalen haben.

Der Zweck eines Gebrauchs-Messnormalen wird für die hausinterne Routinekalibrierung oder die Bestätigung der Nachweiswahrscheinlichkeit von Gammaskpektrometern verwendet. Sie dürfen nicht mit Geräteprüfquellen verwechselt werden, die nur dazu dienen, die Funktionsfähigkeit eines Überwachungsgeräts zu überprüfen.

Organisationen mit der Aufgabe, Gebrauchs-Messnormale für die routinemäßige Kalibrierung oder Bestätigung der Nachweiswahrscheinlichkeit von Gammaskpektrometern bereitzustellen, benötigen Zugang zu einem Transfer-Messgerät, mit dem solche Quellen hinsichtlich ihrer Aktivität gegen ein Referenz-Messnormal kalibriert werden können. Wenn nur einige wenige Überwachungsgeräte kalibriert werden müssen oder ein hoher Grad an Genauigkeit erforderlich ist, können Referenz-Messnormale als Gebrauchs-Messnormale verwendet werden.

5 Spezifikation von Normalquellen

5.1 Allgemeines

Es gibt die folgenden Arten von Referenz-Messnormalen:

- Punktquellen, die aus einem infinitesimalen Substrat bekannter Größe (z. B. $< \varphi 1 \text{ mm}^{N1}$) bestehen, in dessen Innerem die Radioaktivität homogen ist. Die Größe des radioaktiven Teils ist im Allgemeinen kleiner als $\varphi 10 \text{ mm}^{N1}$,
- großflächige Quellen, die aus einer planaren radioaktiven Fläche bestehen, die hauptsächlich als Filternormal verwendet wird, wobei die Aktivität in der radioaktiven Fläche homogen verteilt ist,
- feste Quellen mit einer festen Füllung aus einem Material mit einer gegebenen Dichte, in dem das Radionuklid gleichmäßig verteilt ist, oder
- flüssige Quellen, die in Glasampullen eingeschlossen sind, die eine Flüssigkeit enthalten, in der die Aktivität homogen verteilt ist.

Punktquellen-Referenz-Messnormale werden verwendet, um auf die Nachweiswahrscheinlichkeiten einer Zählgeometrie zu schließen, die sich von der gemessenen Nachweiswahrscheinlichkeit einer Punktquellengeometrie unterscheidet. Wenn Berechnungen zur Bestimmung von Nachweiswahrscheinlichkeiten bei der Verwendung von Gammaskpektrometrie-Systemen auf der Grundlage numerischer Modelle verwendet werden, können Punktquellen auch zur Charakterisierung einzelner Detektoren von Benutzern verwendet werden.

Großflächige Referenz-Messnormale und Volumenquellen werden verwendet, um die Nachweiswahrscheinlichkeit der Totalabsorptionslinie als Funktion der Energie oder die Nachweiswahrscheinlichkeit einer spezifischen Gammastrahlung oder eines Radionuklids bei einer bestimmten Detektor-Proben-Geometrie zu bestimmen, die vom Benutzer verwendet wird.

Flüssige Referenz-Messnormale, die in Glasampullen eingeschlossen sind und zur Kalibrierung von Messgeräten verwendet werden, werden allgemein als Normallösungen bezeichnet. Die Normallösungen werden zur

^{N1} Nationale Fußnote: Der griechische Buchstabe φ steht so auch im englischen Original. Es dürfte „ $\varnothing < 1 \text{ mm}$ “ (Durchmesser kleiner 1 mm) bzw. „kleiner als $\varnothing 10 \text{ mm}$ “ gemeint sein.