

DIN 25457-6



ICS 17.240; 27.120.10

EntwurfEinsprüche bis 2017-10-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN 25457-6:2015-11**Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen –
Teil 6: Bauschutt und Gebäude**

Activity measurement methods for the clearance of radioactive substances and nuclear facility components –

Part 6: Rubble and buildings

Méthodes de mesure de l'activité pour l'autorisation de la mise en circulation de déchets nucléaires et des composants d'installations nucléaires –

Partie 6: Gravats et bâtiments

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-08-11 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 nmp@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 Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin, 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 52 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Größen und Formelzeichen	6
5 Freigabeverfahren für Bauschutt	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Voruntersuchung	8
5.2.1 Allgemeines	8
5.2.2 Radionuklidgemisch	8
5.2.3 Schlüsselnuklide und Hochrechnungsfaktoren	8
5.2.4 Nuklidvektor	9
5.3 Entscheidungsmessverfahren	10
5.3.1 Allgemeines	10
5.3.2 Gesamt-Gamma-Aktivitätsbestimmung an Gebinden	11
5.3.3 Kollimierte In-situ-Gammaspektrometrie an Gebinden	12
5.3.4 Dynamische gammaspektrometrische Messungen an losem Bauschutt	14
5.3.5 Nuklidspezifische Untersuchung an Proben	15
5.4 Dokumentation Bauschutt	16
5.4.1 Allgemeines	16
5.4.2 Dokumentation Voruntersuchung	16
5.4.3 Dokumentation Entscheidungsmessung	17
6 Freigabeverfahren für Gebäude	19
6.1 Allgemeines	19
6.2 Iststand-Aufnahme, Voruntersuchung und Vorbereitung zur Entscheidungsmessung	20
6.2.1 Allgemeines	20
6.2.2 Iststand-Aufnahme	20
6.2.3 Voruntersuchung und vorbereitende Maßnahmen	21
6.2.4 Radionuklidgemisch	22
6.2.5 Schlüsselnuklide und Hochrechnungsfaktoren	22
6.2.6 Nuklidvektoren	23
6.3 Entscheidungsmessverfahren	23
6.3.1 Direkte Beta-Oberflächenaktivitätsmessung	23
6.3.2 Direkte Alpha-Oberflächenaktivitätsmessung	24
6.3.3 Probenahme mit nuklidspezifischer Aktivitätsbestimmung	24
6.3.4 In-situ-Gammaspektrometrie	25
6.4 Freigabeverfahren	27
6.4.1 Allgemeines	27
6.4.2 Flächendeckende Entscheidungsmessverfahren	29
6.4.3 Nicht-flächendeckende Verfahren mit statistischer Auswertung der Messergebnisse	30
6.4.4 Kombination flächendeckender und nicht-flächendeckender Verfahren	37
6.5 Dokumentation Gebäude	38
6.5.1 Allgemeines	38
6.5.2 Dokumentation Iststand-Aufnahme, Voruntersuchung und vorbereitende Maßnahmen zur Entscheidungsmessung	39
6.5.3 Entscheidungsmessung	40
Anhang A (informativ) Beispiele für Nuklidvektoren für Bauschutt und Gebäude	42

Anhang B (informativ) Ablauffolge bei der Freigabe von Bauschutt und Gebäuden	43
B.1 Ablauffolge bei der Freigabe von Bauschutt.....	43
B.2 Ablauffolge bei der Freigabe von Gebäuden.....	44
Anhang C (informativ) Freigabeverfahren mit statistischen Messungen.....	46
C.1 Verfahren 1: Messungen mit Messflächen wesentlich kleiner als Mittelungsflächen	46
C.1.1 Normalverteilte Messwerte	46
C.1.2 Lognormalverteilte Messwerte	46
C.1.3 Beispiel für normalverteilte Messwerte	46
C.2 Verfahren 2: Einhaltung der Freigabewerte auf einem vorgegebenen Mindestanteil der Rasterflächen bei einem Verfahren zur Feststellung der Einhaltung der Freigabewerte.....	48
C.2.1 Ermittlung der Anzahl notwendiger Messungen	48
C.2.2 Rechenbeispiel.....	48
C.3 Verfahren 3: Messungen mit Messflächen in gleicher Größenordnung oder identisch der Mittelungsfläche bei einem Verfahren zur Ermittlung von Messwerten auf den gemessenen Rasterflächen	49
C.3.1 Allgemeines	49
C.3.2 Normalverteilte Messwerte	49
C.3.3 Lognormalverteilte Messwerte	50
C.3.4 Beispiel für lognormalverteilte Messwerte	50
Literaturhinweise.....	52
 Bilder	
Bild 1 — Messort in der Mitte des Raumes (geometrisch ungünstiger Fall)	26
Bild 2 — Geometrie mit 3 Messorten	26
Bild 3 — Beispiele für flächendeckende Messverfahren und nicht-flächendeckende Messverfahren bei einem Flächendeckungsgrad von etwa 50 %.....	28
Bild 4 — Beispiel für ein Messkonzept für statische direkte Oberflächenkontaminationsmessung	30
Bild 5 — Schematische Darstellung von Verfahren 1.....	32
Bild 6 — Schematische Darstellung von Verfahren 2.....	33
Bild 7 — Schematische Darstellung von Verfahren 3.....	34
Bild 8 — Kombiniertes Verfahren.....	38
Bild B.1 — Ablauffolge bei der Freigabe von Bauschutt.....	43
Bild B.2 — Beispiel für eine Ablauffolge bei der Freigabe von Gebäuden.....	45
 Tabellen	
Tabelle 1 — Formelzeichen und Bedeutungen.....	6
Tabelle 2 — Dokumentation der Entscheidungsmessungen von Bauschutt.....	17
Tabelle 3 — Dokumentation der Entscheidungsmessungen von Gebäuden.....	40
Tabelle A.1 — Beispiele für Nuklidvektoren für Bauschutt und Gebäude	42
Tabelle C.1 — Beispiel: 60 normalverteilte Einzelmessungen, angegeben als Zählrate.....	47
Tabelle C.2 — Rechenbeispiel zur Bestimmung der notwendigen Anzahl der Messungen (Umfang des Stichprobenkollektivs).....	49
Tabelle C.3 — Beispiel: 20 lognormalverteilte Einzelmessungen, angegeben als flächenbezogene Aktivität von Cs-137+	51
Tabelle C.4 — Statistische Kennzahlen der Verteilung der Messergebnisse der Aktivität von Cs-137 (A_{Cs-137}) auf den ursprünglichen und den logarithmierten Daten	51

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-07-46 AA „Reststofffragen“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Durch dieses Dokument werden dem Inhaber einer Genehmigung, dem Gutachter sowie der zuständigen Behörde einheitliche Anforderungen an die Bestimmung der Aktivität bei der Freigabe von mit radioaktiven Stoffen kontaminiertem oder aktiviertem Bauschutt oder Gebäuden an die Hand gegeben, für die ein späterer Abriss oder eine Folgenutzung außerhalb einer atomrechtlichen Genehmigung vorgesehen ist.

Die Reihe DIN 25457, *Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Reststoffen und kerntechnischen Anlagenteilen*, besteht aus:

- Teil 1: Grundlagen
- Teil 4: Kontaminierter und aktivierter Metallschrott
- Teil 6: Bauschutt und Gebäude
- Teil 7: Bodenflächen und Bodenaushub

Änderungen

Gegenüber DIN 25457-6:2015-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung von Anhang C an die Erkenntnisse der Überarbeitung von Teil 7;
- b) Änderung von Abschnitt C.1 und Gleichung (C.2);
- c) Ergänzung des Literaturverzeichnisses.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Freigabe von Bauschutt, der aktiviert oder kontaminiert ist und aus Tätigkeiten im Sinne von Teil 2 der StrlSchV stammt und zur Verwendung, Verwertung, Beseitigung oder zur Weitergabe an Dritte als nicht radioaktiver Stoff vorgesehen ist.

Dieses Freigabeverfahren kann auch auf feste Schüttgüter, deren Freigabe ausschließlich aufgrund massenbezogener Freigabekriterien erfolgt, angewendet werden.

Dieses Dokument gilt außerdem für die Freigabe von kontaminierten oder aktivierten Gebäuden von kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen (im Folgenden zusammenfassend „kerntechnische Anlagen“ genannt), für die ein späterer Abriss oder eine Folgenutzung außerhalb einer atomrechtlichen Genehmigung vorgesehen ist.

Dieses Freigabeverfahren kann auch auf nicht mineralische Gebäudestrukturen, die insbesondere großflächig vorliegen, angewendet werden. Hierzu zählen z. B. metallische Strukturen, die fest mit der Gebäudestruktur verbunden sind.

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).

DIN 25457-1:2014-12, *Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen — Teil 1: Grundlagen*

DIN 25457-4:2013-04, *Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen — Teil 4: Kontaminierter und aktivierter Metallschrott*

DIN ISO 18589-7 (VDE 0493-4-5897), *Ermittlung der Radioaktivität in der Umwelt — Erdboden — Teil 7: In-situ-Messung von Gammastrahlung emittierenden Radionukliden (ISO 18589-7)*

StrlSchV, *Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung — StrlSchV)* vom 20. Juli 2001 (BGBl. I, S. 1714) zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114)¹⁾

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Bauschutt

<Freigabeverfahren> vorwiegend mineralisches Material unterschiedlicher Größe und von unregelmäßiger Struktur, das bei Abbruch- oder Änderungsarbeiten von Gebäuden anfällt

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Herstellung der Messbarkeit für die Freimessung kann eine Aufbereitung des Materials stattfinden.

1) Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin)

3.2 Gebäude
 <Freigabeverfahren> einzelnes Bauwerk, Raum oder Gruppe von Räumen, Raumteil und großes mineralisches Bauteil einschließlich von mineralischem Material umschlossene Komponenten

Anmerkung 1 zum Begriff: Große mineralische Bauteile können sein Riegel, große Setzsteine oder Träger.
 Anmerkung 2 zum Begriff: Zu umschlossenen Komponenten zählen z. B. Bewehrungen, Anker und Dübel.

4 Größen und Formelzeichen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in Tabelle 1 aufgeführten Formelzeichen und Benennungen.

Tabelle 1 — Formelzeichen und Bedeutungen

Formelzeichen	Bedeutung	Einheit
A	im Material vorhandene Gesamtaktivität	Bq
A_j	Aktivität des einzelnen Radionuklids j	Bq
$\bar{a}$	Erwartungswert der mittleren flächen- oder massenbezogenen Aktivität	Bq/cm ² Bq/g
$\bar{a}^\triangleright$	obere Grenze des Vertrauensbereichs des Erwartungswertes der mittleren flächen- oder massenbezogenen Aktivität (Messwert)	Bq/cm ² Bq/g
$\overline{\ln a}$	Erwartungswert der logarithmierten flächen- oder massenbezogenen Aktivität (Messwert)	ln(Bq/cm ²) ln(Bq/g)
$\bar{a}_l^\triangleright$	obere Grenze des Vertrauensbereichs des Erwartungswertes der logarithmierten Messwerte	ln(Bq/cm ²) ln(Bq/g)
a_s	Standardabweichung der flächen- oder massenbezogenen Aktivität	Bq/cm ² Bq/g
$a_s^\triangleright$	obere Grenze des Vertrauensbereichs der Standardabweichung	Bq/cm ² Bq/g
$a_{s,l}$	Standardabweichung der logarithmierten Messwerte der flächen- oder massenbezogenen Aktivität	ln(Bq/cm ²) ln(Bq/g)
$a_{s,l}^\triangleright$	obere Grenze des Vertrauensbereichs der Standardabweichung der logarithmierten Messwerte	ln(Bq/cm ²) ln(Bq/g)
a_{FGW}	flächen- oder massenbezogene Aktivität, die dem Freigabewert entspricht	Bq/cm ² Bq/g
$a_{\text{FGW},i}$	Freigabewert des Nuklids i	Bq/cm ² Bq/g
$a_{\text{FGW},\text{NV}}$	abgeleiteter Freigabewert für den Nuklidvektor NV	Bq/cm ² Bq/g

Formelzeichen	Bedeutung	Einheit
$a_{\text{FGW,NV},i}$	nuklidspezifischer abgeleiteter Freigabewert für das Nuklid i	Bq/cm ² Bq/g
$\bar{F}(x)$	Umkehrfunktion der Stammfunktion F der Normalverteilung	—
f_G	Geometriefaktor zur Berücksichtigung der Geometrie des Messgutes	—
f_{ij}	Hochrechnungsfaktor für die Aktivität des Radionuklids j aus der Aktivität des Radionuklids i	—
$\bar{F}(p_M)$	Umkehrfunktion der Stammfunktion F der Normalverteilung (hier $\bar{F}(0,95) = 1,645$).	—
g	Anzahl der Proben in einer Stichprobe	—
i, j, k, l, m, n	Zählindices sowie Anzahlen	—
n_0, n_1, n_2	Anzahl von Einzelmessungen bei sukzessiver Erhöhung dieser Anzahl	—
p	relativer Anteil der Merkmalsträger in der Grundgesamtheit	—
p_M	Gefordertes Vertrauensniveau für die Messung	—
q	Anzahl der Merkmalsträger in einer Stichprobe	—
$t_{n-1; 0,95}$	Quantil der t -Verteilung bei $n-1$ Freiheitsgraden und Wahrscheinlichkeit 0,95	—
v_i	Anteil des Nuklids i am Nuklidvektor	—
$\chi^2_{n-1; 0,95}$	0,95 Quantil der χ^2 -Verteilung mit Freiheitsgrad $n-1$	—
$\omega(q)$	Wahrscheinlichkeitsfunktion der Binomialverteilung	—
$\binom{g}{q}$	Binomialkoeffizient	—

5 Freigabeverfahren für Bauschutt

5.1 Allgemeines

Mit dem Freigabeverfahren für Bauschutt ist sicherzustellen, dass die Freigabewerte für die massenbezogene Aktivität nicht überschritten werden. Daraus ergeben sich Anforderungen an die Qualität der Messungen und die Dokumentation der Ergebnisse.

Ein Beispiel für den Ablauf der Freigabe von Bauschutt ist in B.1 dargestellt. Für Bauschutt steht die uneingeschränkte Freigabe oder die Freigabe zur Beseitigung zur Verfügung (§ 29 Abs. 2 Nr. 1a, 1b und 2a StrlSchV unter Anwendung der Freigabewerte der Anlage III Tabelle 1 Spalte 5, 6, 9a und 9c). Ggf. kann Bauschutt auch zur thermischen Behandlung gegeben werden, z. B. bei Kontamination mit konventionellen Schadstoffen wie PCB (Polychlorierte Biphenyle). In diesem Fall erfolgt die Freigabe gemäß § 29 Abs. 2 Nr. 2b StrlSchV unter Anwendung der Freigabewerte Anlage III Tabelle 1 Spalte 9 b bzw. 9 d StrlSchV.

Aktivitäten natürlicher Radionuklide werden hinsichtlich der Freigabewerte nur berücksichtigt, sofern diese Aktivitäten Gegenstand des genehmigten Umgangs mit radioaktiven Stoffen sind bzw. waren. Andererseits kann bei nicht nuklidspezifischen Messungen der Messeffekt um den Beitrag der natürlichen Radionuklide korrigiert werden (siehe 5.3.2).

Für den Fall, dass die Voruntersuchung und ggf. die Entscheidungsmessung an der stehenden Struktur durchgeführt werden, die spätere Freigabe aber als Bauschutt erfolgen soll, ist bezüglich der Schritte, die an der stehenden Struktur erfolgen sollen, nach Abschnitt 6 zu verfahren.

5.2 Voruntersuchung

5.2.1 Allgemeines

Mit den Ergebnissen aus Untersuchungen während des Betriebes und der Stilllegung der Anlage bildet die Voruntersuchung die Grundlage für die Auswahl des geeigneten Messverfahrens für die Entscheidungsmessung.

In einer Voruntersuchung sind an repräsentativen Materialstichproben das Radionuklidgemisch und die relativen Anteile der einzelnen Radionuklide an der Gesamtaktivität zu ermitteln. Aus dem Radionuklidgemisch sind die Schlüsselnuklide festzulegen.

Der Bauschutt sollte unter Berücksichtigung seiner Herkunft hinsichtlich Aktivierung, Kontamination und Radionuklidgemisch in möglichst gleichartige Chargen aufgeteilt werden. Wenn aufgrund der Herkunft des Bauschutts mit Aktivierung zu rechnen ist, ist auf die möglicherweise stark unterschiedliche spezifische Aktivität von Fremdbestandteilen, wie z. B. Bewehrung zu achten.

5.2.2 Radionuklidgemisch

Die Ermittlung des für die Entscheidungsmessung relevanten Radionuklidgemischs umfasst Alpha-, Beta-, Gamma- und Elektroneneinfang-Strahler. Ihre Aktivitäten müssen, soweit sie nicht durch Gamma-Spektrometrie hinreichend sicher bestimmt werden können, durch radiochemische Analysen oder ggf. mittels Hochrechnung aufgrund von Aktivierungs- und Abbrandrechnungen, Materialspezifikationen, anlagenbezogenen Informationen ermittelt werden.

Radionuklide mit einem Aktivitätsanteil von weniger als 1 %, jeweils bezogen auf die Aktivität des zugehörigen Schlüsselnuklids in der freizugebenden Materialcharge, können unberücksichtigt bleiben.

ANMERKUNG Durch die Vernachlässigung der Radionuklide mit einem Aktivitätsanteil von weniger als 1 % (jeweils bezogen auf die Aktivität des zugehörigen Schlüsselnuklids) wird die Ausschöpfung der Summenformel gemäß StrlSchV für in Betrieb oder in Stilllegung befindliche kerntechnische Anlagen höchstens geringfügig beeinflusst. Die Betrachtung einer Vielzahl von Nuklidvektoren unterschiedlicher Typen von kerntechnischen Anlagen hat ergeben, dass der Beitrag der derart vernachlässigten Nuklide zur Summenformel unabhängig von der Freigabeoption typischerweise unter 1 % liegt und 2 % nicht überschreitet.

5.2.3 Schlüsselnuklide und Hochrechnungsfaktoren

Das für die Entscheidungsmessung relevante Radionuklidgemisch wird z. B. nach Herkunft (Aktivierungs- oder Spaltprodukte), physikalischen und chemischen Eigenschaften in n Teilmengen von Nukliden ($n \geq 1$) so unterteilt, dass für jede Teilmenge mindestens ein Schlüsselnuklid festgelegt wird.

ANMERKUNG In der Praxis werden für Kontamination häufig Co-60 für die Aktivierungsprodukte, Cs-137 für die Spaltprodukte und Am-241 für die Aktiniden als Schlüsselnuklide verwendet. Bei Aktivierung ist Eu-152 als Schlüsselnuklid für die mineralischen Materialien geeignet.

Die Aktivität A_j des Radionuklids j ergibt sich aus der Aktivität A_i des jeweils zugehörigen Schlüsselnuklids i der Teilmenge durch Multiplikation mit dem Hochrechnungsfaktor f_{ij} nach Gleichung (1).

$$A_j = A_i f_{ij} \tag{1}$$

Der Hochrechnungsfaktor f_{ij} kann aus der Untersuchung des Radionuklidgemisches mindestens einer repräsentativen Probe als das Verhältnis der Aktivität des Radionuklids j zur Aktivität des zugehörigen

Schlüsselnuklide i der Teilmenge bestimmt werden. Zusätzlich können Aktivierungsrechnungen, Materialspezifikationen, anlagenbezogenen Informationen oder Abbrandrechnungen herangezogen werden.

Die im Material vorhandene Gesamtaktivität A kann dargestellt werden als Summe der Aktivitäten A_i der insgesamt n Schlüsselnuklide sowie der Summe der Aktivitäten der insgesamt m Radionuklide, deren Aktivitäten A_j über die Hochrechnungsfaktoren bestimmt wurden, und der Summe der Aktivitäten der insgesamt l Radionuklide, deren Aktivitäten A_k über ein Messverfahren direkt bestimmt werden sollen und nicht als Schlüsselnuklid dienen (siehe Gleichung (2)).

$$A = \sum_{i=1}^n A_i + \sum_{j=1}^m A_j + \sum_{k=1}^l A_k \quad (2)$$

Wird die Aktivität einer Teilmenge oder eines Einzelnuklids nicht auf ein einzelnes Schlüsselnuklid sondern auf die Summenaktivität mehrerer Schlüsselnuklide bezogen, so ist in den Gleichungen (1) und (2) diese Summenaktivität zu verwenden.

Werden mehrere Proben untersucht, so ist jeweils ein geeigneter Wert (z. B. obere Grenze des Vertrauensbereichs des Erwartungswertes) der Verteilung der ermittelten Hochrechnungsfaktoren zu verwenden. Dieser Wert ist dabei so festzulegen, dass die radiologische Relevanz der Nuklide an Hand ihrer Freigabewerte berücksichtigt wird. Ein Maß für die radiologische Relevanz ist das Verhältnis des Freigabewertes des Nuklids zum Freigabewert des Schlüsselnuklids. Je kleiner dieses Verhältnis ist, umso größer ist die radiologische Relevanz. Für radiologisch relevante Nuklide, z. B. Alphastrahler, ist ein Wert aus dem oberen Bereich der Verteilung und für radiologisch weniger relevante Nuklide ein Wert aus dem unteren bis mittleren Bereich der Verteilung auszuwählen (siehe Beispiele in DIN 25457-4: 2013-04, Anhang C).

Bei ausreichender Konservativität des gewählten Hochrechnungsfaktors kann die Typ B-Unsicherheit des Hochrechnungsfaktors unberücksichtigt bleiben.

Alternativ können Hochrechnungsfaktoren als Eingangsgrößen für die Bestimmung der Gesamtaktivität nach DIN 25457-1 verwendet werden, für die jeweils ein Schätzwert und eine Unsicherheit bestimmt werden. Die Schätzwerte und Typ B-Unsicherheiten der Hochrechnungsfaktoren werden in diesem Fall bei der Berechnung der Gesamtaktivität und deren Unsicherheit berücksichtigt.

5.2.4 Nuklidvektor

Ausgangsdaten für die Berechnung von Nuklidvektoren sind die ermittelten Radionuklidgemische der Kontamination bzw. der Aktivierungsprodukte und deren Aktivitätsanteile, sowie ggf. die festgelegten Schlüsselnuklide und die berechneten Hochrechnungsfaktoren. Bei der Ermittlung der Radionuklidgemische sind alle relevanten Radionuklide zu berücksichtigen.

Für die Berechnung der Nuklidvektoren können mehrere Verfahren geeignet sein, z. B.:

- Berechnung durch Mittelwertbildung;
- Berechnung abdeckender Nuklidvektoren;
- Berechnung auf Basis sonstiger statistischer Verfahren.

Die Auswahl eines geeigneten Verfahrens ist abhängig von der radiologischen Situation, der Rückbaustrategie, der Freigabestrategie und anderen Faktoren.

ANMERKUNG Die Festlegung des Berechnungsverfahrens erfolgt meist im Rahmen der Aufsichts- und Genehmigungsverfahren in Abstimmung mit der Behörde und den von ihr beauftragten Gutachtern.

Aus den berechneten (vollständigen) Nuklidvektoren können durch Weglassung radiologisch weniger relevanter Radionuklide (10 %-Abschneidekriterium der StrlSchV) abgeschnittene Nuklidvektoren gebildet werden.

Die Nuklidvektoren sind eindeutig zu bezeichnen, ihr jeweiliger räumlicher (laterale und/oder vertikale Verteilung), zeitlicher und sachlicher Geltungsbereich (z. B. sachlich: unterschiedliche Freigabepfade) zu benennen und der Bezugszeitpunkt anzugeben. Außerdem ist das verwendete Berechnungsverfahren zu benennen und anzugeben, ob es sich um einen vollständigen oder abgeschnittenen Nuklidvektor handelt.

Nuklidvektoren sind in angemessenen Fristen hinsichtlich des Abklingens bzw. Nachwachsens einzelner Radionuklide zu aktualisieren.

Bei ausreichender Konservativität des gewählten Nuklidvektors kann die Typ B-Unsicherheit des Nuklidvektors unberücksichtigt bleiben.

In Anhang A sind als Beispiel die relativen Anteile von Radionukliden an der Gesamtaktivität einiger Kernkraftwerke nach endgültiger Abschaltung zusammengestellt.

5.3 Entscheidungsmessverfahren

5.3.1 Allgemeines

Das Entscheidungsmessverfahren hat sicherzustellen, dass massenbezogene Aktivitäten die vorgegebenen Freigabewerte nicht überschreiten. Oberflächenbezogene Freigabewerte sowie Messungen von Oberflächenaktivität sind bei Bauschutt nicht anwendbar, weil keine Oberfläche vorhanden ist, an der eine sinnvolle Kontaminationsmessung erfolgen könnte. Die Entscheidungsmessung ist an allen Materialchargen für die gesamte Masse nach 5.3.2, 5.3.3 und 5.3.4 oder an repräsentativen Proben nach 5.3.5 durchzuführen.

Bei der unmittelbar am Messgut durchgeführten Entscheidungsmessung mittels Gesamt-Gamma-Aktivitätsbestimmung an Gebinden oder gammaspektrometrischer Messung an Gebinden entspricht die Mittelungsmasse der Masse des Messgutes, sofern diese die maximale für das jeweilige Freigabeverfahren zugelassene Mittelungsmasse nicht überschreitet. Die Mittelungsmasse für Messungen an Bauschutt ist beispielsweise in Anl. IV Teil F Nr. 2 StrlSchV mit bis zu 1 000 kg festgelegt.

ANMERKUNG Im Falle der Messung von gleichartigen Materialien aus Anlagenbereichen mit vergleichbarem Radionuklidgemisch und Kontaminationsgrad kann von der vollständigen Messung der Gesamtcharge im Einzelfall abgewichen werden, wenn durch andere zusätzliche Informationen der Nachweis der Einhaltung der Freigabewerte mit ausreichender Sicherheit erbracht werden kann.

Im Fall der Verwendung von Nuklidvektoren lässt sich der Freigabewert für den Nuklidvektor aus den Freigabewerten der Nuklide des Nuklidvektors unter Berücksichtigung der Summenformel berechnen (siehe Gleichung (3)). Dieser wird auch als „abgeleiteter Freigabewert“ bezeichnet.

$$a_{\text{FGW,NV}} = \frac{1}{\sum_i^n \frac{v_i}{a_{\text{FGW},i}}} \quad (3)$$

Die gemessene oder berechnete spezifische Gesamtaktivität eines Materials kann mit diesem abgeleiteten Freigabewert verglichen werden, um die Freigabefähigkeit des Materials zu überprüfen.

Für nuklidspezifische Messungen ist die Berechnung von nuklidspezifischen abgeleiteten Freigabewerten sinnvoll. Diese geben an, bis zu welcher spezifischen Aktivität des Nuklids ein Material mit einer dem Nuklidvektor entsprechenden Nuklidzusammensetzung freigabefähig ist (siehe Gleichung (4)).

$$a_{\text{FGW,NV},i} = v_i a_{\text{FGW,NV}} \quad (4)$$

5.3.2 Gesamt-Gamma-Aktivitätsbestimmung an Gebinden

Die Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung wird nach DIN 25457-1:2014-12, 4.5, durchgeführt. Bei der Messung wird die Gesamtaktivität der gammastrahlenden Radionuklide im Volumen des Messgutes bestimmt. Die Aktivitäten der gammastrahlenden Nuklide werden entsprechend ihren Anteilen am Nuklidvektor aus der Gesamt-Gammaaktivität berechnet. Die Aktivitäten sonstiger zu berücksichtigender Nuklide, deren Messeffekt in der Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung vernachlässigt wird, werden nach 5.2.3 über die Hochrechnungsfaktoren aus den Aktivitäten ihrer zugehörigen Schlüsselnuklide oder nach 5.2.4 aus dem Nuklidvektor bestimmt. Dies betrifft:

- alphastrahlende Radionuklide;
- betastrahlende Radionuklide ohne Gammaanteil, z. B. Sr-90;
- niederenergetische gammastrahlende Radionuklide, z. B. Am-241.

Die massenbezogenen Aktivitäten aller zu berücksichtigenden Nuklide ergeben sich durch Division der so bestimmten Aktivitätswerte durch die anzuwendende Masse. Hierbei kann es sich um die Nettomasse des Messguts oder um einen Bezugswert für die Masse handeln, der aufgrund der Kalibrierbedingungen von der Mittelungsmasse gemäß StrlSchV abweichen kann. Üblicherweise wird bei einer Messung ein Maximalwert der anzuwendenden Masse festgelegt (z. B. 300 kg oder 1 000 kg bei Anwendung einer Freimessanlage). Unterschreitet das Messgut den betreffenden Wert, wird die Nettomasse verwendet, andernfalls wird das Messergebnis auf den Maximalwert bezogen.

Der Messeffekt kann um den Betrag der natürlichen Aktivität im Messgut korrigiert werden. Es handelt sich hierbei um den Wert x_4 nach DIN 25457-1:2014-12, Gleichung (5). Bei nicht konservativer Festlegung des Beitrages der natürlichen Aktivität im Messgut ist die Typ B-Unsicherheit des Wertes x_4 bei der Berechnung der Gesamtunsicherheit zu berücksichtigen.

Für die Berücksichtigung der natürlichen Aktivität (z. B. K-40, Zerfallsreihen von U-238, U-235 und Th-232) bei der Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung werden zwei Methoden angewendet:

- Verwendung von Ergebnissen der Laboranalytik

An repräsentativen Proben des Messgutes werden im Labor in der Regel mittels Gammaspektrometrie die massenbezogenen Aktivitäten (in Bq/g) der natürlichen Radionuklide bestimmt. Aus den Analyseergebnissen wird der massenspezifische Messeffekt (in Impulse je Sekunde und Gramm) der Summe der natürlichen Radionuklide für jede Probe berechnet. Für die Korrektur des Beitrags der natürlichen Radionuklide wird ein geeigneter Wert der Verteilung (z. B. Erwartungswert oder bei konservativer Betrachtung die untere Grenze des Vertrauensbereichs des Erwartungswertes) genutzt. Bei der Messung der Gebinde wird der so bestimmte massenspezifische Messeffekt mit der Masse des Messgutes multipliziert und vom Bruttomesseffekt subtrahiert.

- Verwendung der Ergebnisse der Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung von Referenzmessgut

Das Referenzmessgut besteht aus repräsentativen Proben der betreffenden Messgutart (d. h. gleicher stofflicher Zusammensetzung), das aber frei ist von künstlichen Radionukliden (Blindprobe). Der Messeffekt des Referenzmessguts wird von den Bruttomesseffekten vergleichbaren Messguts, hinsichtlich Material, Geometrie und Masse, subtrahiert. Bei der Messung mehrerer Referenzproben ist für die Korrektur ein geeigneter Wert der Verteilung (z. B. Erwartungswert oder bei konservativer Betrachtung die untere Grenze des Vertrauensbereichs des Erwartungswertes) zu nutzen.

ANMERKUNG Die Abwesenheit von künstlichen Radionukliden kann belegt werden durch:

- Plausibilitätsbetrachtung (z. B. Betriebshistorie, neuwertiges Material);
- Laboranalytik repräsentativer Proben (z. B. Gammaspektrometrie) oder
- In-situ-Gammaspektrometrie am Referenzmessgut.

5.3.3 Kollimierte In-situ-Gammaspektrometrie an Gebinden

5.3.3.1 Allgemeines

Grundsätzlich gelten bei der Durchführung der Freigabemessungen von kontaminiertem und aktiviertem Bauschutt mittels kollimierter In-situ-Gammaspektrometrie die in DIN 25457-1:2014-12, 4.4.2, beschriebenen Festlegungen.

Im Gegensatz zur Gesamt-Gamma-Messung in abgeschirmten Messkammern (Freimessanlagen) erfolgt die gammaspektrometrische Messung im Allgemeinen an der Mantelfläche der Gebinde, wobei bei dynamischen Messungen das Gebinde langsam rotiert und/oder der Detektor während der Messung vertikal bewegt wird (z. B. Fassscanner).

5.3.3.2 Anforderungen an den Messaufbau bei Messungen an Gebinden

Bei Messungen an Gebinden wird das Detektor-Kollimator-System mit seiner Symmetrieachse in der Regel rechtwinklig zur Rotationsachse des Gebindes angeordnet. Bei der Messung kann das Gebinde stabil stehen (statische Messung) oder rotieren (dynamische Messung).

Bei den statischen Verfahren wird ein Detektor (z. B. Reinstgermaniumdetektor) an einer Halterung montiert, so dass die Position des Detektors zum Gebinde festgelegt ist und mit der Kalibrierposition übereinstimmt.

Dynamische Verfahren werden dann angewandt, wenn Inhomogenitäten in der Aktivitäts- und Dichteverteilung im Messgut vorliegen. Der durch den Kollimator begrenzte Sichtbereich des Detektors nach DIN ISO 18589-7 (VDE 0493-4-5897) und damit der Abstand vom Gebinde sollte so festgelegt werden, dass der Sichtbereich die gesamte Breite des Gebindes erfasst. Ein kleiner Sichtbereich reduziert den Einfluss möglicher Störstrahlung am Messort (z. B. durch Lagerung oder Handhabung von Gebinden im Bereich der Messeinrichtung), erhöht jedoch die Nachweisgrenzen. Falls während der Messung der Detektor zusätzlich vertikal verfahren wird, sind bei der Kalibrierung die Bereiche um den oberen und unteren Umkehrpunkt zu berücksichtigen, in denen der effektive Sichtbereich durch die Lage des Gebindes zum Detektor reduziert ist.

Bei dynamischen Verfahren bestehen folgende Möglichkeiten:

a) Messanordnung mit einem Detektor in fester Position

Das Gebinde wird mittels eines Drehtellers gedreht. Das Ergebnis ist ein Mittelwert über den Umfang des Gebindes.

b) Messanordnung mit mehreren Detektoren in fester Position

Das Gebinde wird mittels eines Drehtellers gedreht. Es gibt entsprechend der Zahl der Detektoren mehrere mittlere Messwerte über den Umfang des Gebindes.

c) Messanordnung mit in Vertikalrichtung beweglichem Detektor

Das Gebinde wird mittels eines Drehtellers gedreht. Das Detektor-Kollimator-System wird in unterschiedlichen Höhen positioniert (z. B. Einsatz eines oder mehrerer In-situ-Gammaspektrometer). Diese Bewegung kann auch kontinuierlich erfolgen. Die Drehgeschwindigkeit und die Vertikalbewegung des Detektors müssen so abgestimmt sein, dass die Oberfläche des Gebindes möglichst gleichmäßig erfasst wird.

Die Messzeit bzw. die korrespondierende Detektor- und Drehgeschwindigkeit müssen so eingestellt sein, dass die erforderliche Nachweisgrenze nach DIN 25457-1 erreicht wird. Die Kalibrierung kann mithilfe numerischer Kalibrierverfahren durchgeführt werden oder es kann mithilfe von Messgut-Blindproben mit

definiert eingebrachten Kalibrierstrahlern für die unterschiedlichen Messgutarten (z. B. Normalbeton, Schwerbeton, Ziegel, Isolierwolle) der Kalibrierfaktor für das (die) Schlüsselnuklid(e) bestimmt werden.

Die Detektoren sind zweckmäßigerweise zur Verbesserung des Signal-Untergrund-Verhältnisses mit Abschirmungen auszurüsten.

Bei der Messung ist DIN 25457-1 zu beachten. Die Aktivitäten der nicht mittels In-situ-Gammaspektrometrie bestimmten Nuklide werden nach 5.2.3 über die Hochrechnungsfaktoren aus den Aktivitäten ihrer zugehörigen Schlüsselnuklide oder nach 5.2.4 aus dem Nuklidvektor ermittelt.

Die massenbezogenen Aktivitäten sind mit den vorgegebenen Freigabewerten unter Berücksichtigung der Summenformel nach StrlSchV zu vergleichen.

5.3.3.3 Kalibrierung

Im Vorfeld von Freigabemessungen mittels der In-situ-Gammaspektrometrie muss grundsätzlich geklärt werden, ob die Effizienzkalibrierung zu konservativen oder zu realitätsnahen Ergebnissen führen soll (siehe dazu auch DIN 25457-1:2014-12, 4.4.2.5). Im ersten Fall kommt es neben einer systematischen Überschätzung der Aktivität zu einer Verschiebung der Aktivitätsverhältnisse der bei der Messung erfassten Radionuklide, sofern mehrere Gammastrahler gemessen werden können oder müssen. Im zweiten Fall müssen Untersuchungen zu allen auftretenden Messunsicherheiten (insbesondere der Typ B-Messunsicherheiten nach DIN 25457-1) durchgeführt werden, um die Irrtumswahrscheinlichkeit der fälschlichen Freigabe von nicht-freigebbarem Material quantifizieren und begrenzen zu können.

Fällt die Entscheidung zugunsten der realitätsnahen Kalibrierung, sind bei der Messung von kontaminiertem und aktiviertem Bauschutt insbesondere folgende Messunsicherheiten zu quantifizieren.

— Aktivitätsverteilung im Messgut

Bei der Erstellung realitätsnaher Effizienzkurven werden in der Regel näherungsweise homogene Aktivitätsverteilungen im Messgut unterstellt. Abweichungen von dieser Annahme (im konservativsten Fall hot-spot-Verteilungen) sind zu quantifizieren. Der Einfluss dieses Effektes wird bei dynamischen Messungen sowohl durch Rotation des Gebindes als auch durch einen vertikal bewegten Detektor erheblich reduziert.

— Dichteschwankungen des Messgutes

Aufgrund der Beschaffenheit des Messgutes kann es zu Dichteschwankungen (z. B. durch Hohlräume) innerhalb der Gebinde kommen. Bei der Erstellung der Effizienzkalibrierung wird allgemein eine mittlere Dichte unterstellt. Dichteschwankungen des Messgutes können zu Unter- bzw. Überschätzungen der Restaktivität im Messgut führen. Der Einfluss dieses Effektes wird bei dynamischen Messungen erheblich reduziert.

— Befüllgrad des Gebindes

Abweichungen zwischen dem bei der Effizienzkalibrierung verwendeten und dem realen Befüllgrad können zu nennenswerten Fehleinschätzungen der Aktivität in den Gebinden führen. Der Einfluss dieses Effektes wird bei dynamischen Messungen mit vertikal bewegtem Detektor erheblich reduziert.

Für den Fall der konservativen Kalibrierung sind die auftretenden Messunsicherheiten bei der Festlegung der Effizienz zu berücksichtigen.

Die Effizienzen sind grundsätzlich in der physikalischen Einheit (g) anzugeben.

5.3.3.4 Durchführung der Messung

Für die Durchführung der Freigabemessungen an kontaminiertem und aktiviertem Bauschutt in Gebinden ist dieser in definierte Gebinde (z. B. 200-Liter-Fässer) zu verpacken.

Bei der Durchführung der Freigabemessungen sind die Verfahren nach 5.3.3.2 b) oder 5.3.3.2 c) vorzuziehen, da die systematischen Messunsicherheiten aufgrund der dynamischen Messung über die Messgeometrie niedriger sind und eine gleichmäßige Erfassung der Strahlung entlang der Gebindeoberfläche erfolgen kann.

ANMERKUNG Grundsätzlich ist eine Aufteilung der Messzeit für das Gebinde in mehrere Zeitintervalle dergestalt möglich, dass eine räumliche Darstellung der Aktivitätsverteilung ermittelt werden kann. Aufgrund der niedrigen relativen Nachweiswahrscheinlichkeit derartiger Messeinrichtungen und der niedrigen massenbezogene Aktivität in freizumessenden Gebinden ist diese Form der radiologischen Gebindecharakterisierung, wie sie üblicherweise bei radioaktiven Abfällen durchgeführt wird, bei der Freigabe nicht zielführend.

Die massenbezogenen Aktivitäten aller zu berücksichtigenden Nuklide ergeben sich durch Division der so bestimmten Aktivitätswerte durch die anzuwendende Masse. Hierbei kann es sich um die Nettomasse des Messguts oder um einen Bezugswert für die Masse handeln, der aufgrund der Kalibrierbedingungen von der Mittelungsmasse gemäß StrlSchV abweichen kann. Üblicherweise wird bei einer Messung ein Maximalwert der anzuwendenden Masse festgelegt (z. B. 300 kg oder 1 000 kg). Unterschreitet das Messgut den betreffenden Wert, wird die Nettomasse verwendet, andernfalls wird das Messergebnis auf den Maximalwert bezogen.

5.3.4 Dynamische gammaspektrometrische Messungen an losem Bauschutt

Der Hauptzweck der im Folgenden vorgestellten Verfahren ist das Erreichen eines hohen Materialdurchsatzes.

Wenn Inhomogenitäten in der Matrix, Aktivitäts- und Dichteverteilung im Messgut vorliegen, so werden für gammaspektrometrische Messungen an losem Bauschutt dynamische Verfahren angewandt, die vollautomatisch ablaufen und basierend auf der Auswertung der gemessenen Daten automatisiert Entscheidungen hinsichtlich der Klassifizierung (uneingeschränkte Freigabe, Beseitigung, radioaktiver Abfall) des Bauschutts treffen und den Materialstrom entsprechend lenken.

Hierzu wird das Messgut zunächst in einer Zerkleinerungsanlage bis auf eine geeignete Maximalgröße heruntergebrochen und gesiebt, so dass eine maximale Korngröße (z. B. < 50 mm) vorliegt. Anschließend wird das Messgut auf ein Transportband in kontinuierlicher Form oder in festen Chargen (z. B. 1 000 kg) und vorgegebener maximaler Füllhöhe gefüllt. Das Chargengewicht wird vor oder nach der Transportbandbefüllung ermittelt. Das Transportband befördert dann das Material vorbei unter einer Messanordnung mit mehreren Detektoren, welche die gesamte Breite des Transportbandes abdecken. Die Geschwindigkeit des Transportbandes (Messzeit) und ggf. die Chargengröße müssen so gewählt werden, dass die erforderliche Nachweisgrenze nach DIN 25457-1 erreicht wird.

Die Detektoren (vorzugsweise Reinstgermaniumdetektoren) sind in einer Halterung montiert, so dass die Position der Detektoren zum Transportband festgelegt ist und mit der Kalibrierposition übereinstimmt. Sie sind zweckmäßigerweise zur Reduzierung des Signal-Untergrundverhältnisses mit Abschirmungen auszurüsten.

Die Aktivitäten der nicht mittels dynamischer gammaspektrometrischer Messung bestimmten Nuklide werden nach 5.2.3 über die Hochrechnungsfaktoren aus den Aktivitäten ihrer zugehörigen Schlüsselnuklide oder nach 5.2.4 aus dem Nuklidvektor ermittelt.

Die massenbezogenen Aktivitäten sind mit den vorgegebenen Freigabewerten unter Berücksichtigung der Summenformel nach StrlSchV zu vergleichen. Entsprechend der automatischen Auswertung der Gamma-spektren wird entschieden, ob der Bauschutt

- die Freigabewerte zur uneingeschränkten Freigabe unterschreitet;
- die Freigabewerte zur Beseitigung unterschreitet oder
- als radioaktiver Abfall behandelt wird.

5.3.5 Nuklidspezifische Untersuchung an Proben

5.3.5.1 Allgemeines

Bei diesem Verfahren wird die Aktivität des Bauschutts anhand von Proben aus dem homogenisierten Material oder durch eine mengenproportionale Entnahme aus einem Materialstrom ermittelt.

Das Verfahren der Homogenisierung bietet sich besonders dann an, wenn größere Mengen Bauschutt vorliegen, so dass sich der Einsatz von Zerkleinerungs- und Mischanlagen lohnt.

5.3.5.2 Probenahme

5.3.5.2.1 Homogenisierung des Materials

Zur Homogenisierung des Materials wird der Bauschutt in einer Zerkleinerungsanlage bis auf eine für den Mischer geeignete Maximalkorngröße herunter gebrochen. Anschließend wird z. B. in einem handelsüblichen Mischer, der in seiner Größe für die insgesamt anstehende Mischaufgabe ausgerichtet ist, gemischt und die Chargenmasse durch Wägung ermittelt.

Vor Beginn des Entscheidungsmessverfahrens ist nachzuweisen, dass der Mischer in einer vorgegebenen Mischzeit den erforderlichen Homogenisierungsgrad erreicht. Ist der Nachweis geführt, werden mit einer Probe, z. B. in einer Ringschale, die dem Mischer am Ende der Mischzeit entnommen wird, die massenbezogenen Aktivitäten im Bauschutt ermittelt.

5.3.5.2.2 Mengenproportionale Entnahme

Eine Möglichkeit, eine repräsentative Mischprobe ohne vorherige Homogenisierung des gesamten Bauschutts zu entnehmen, bietet die kontinuierliche mengenproportionale Entnahme von Probematerial aus dem Strom des gebrochenen Bauschutts.

Das entnommene Probenmaterial wird homogenisiert und eine Mischprobe für die Aktivitätsbestimmung entnommen. Diese Mischprobe ist repräsentativ für den Bauschutt einer Mittelungsmasse. Bei einer diskontinuierlichen mengenproportionalen Entnahme von Probenmaterial ist die Repräsentativität darzulegen.

ANMERKUNG Dieses Verfahren verringert die Mischaufgabe erheblich und lässt sich immer dann nutzen, wenn hohe Mittelungsmassen angewendet werden können.

5.3.5.2.3 Statistische Auswertung von Proben

Falls statistische Verfahren zur Anwendung kommen sollen, besteht auch die Möglichkeit der Entnahme von statistisch verteilten Materialproben. Im Gegensatz zu den zuvor genannten Verfahren erfolgt eine separate Auswertung der Proben ohne Bildung von Mischproben (siehe dazu auch Anhang C).

5.3.5.3 Aktivitätsbestimmung in den Proben

Für die Ermittlung der Aktivität der Beta-Gammastrahler reicht die Aktivitätsmessung einer Probe Bauschutt z. B. in einer 1 Liter-Ringschale in einer gammaspektrometrischen Messung aus. Die gammaspektrometrische Bestimmung der massenbezogenen Aktivität erfolgt nach DIN 25457-1.

Zur Ermittlung der Elektroneneinfang-, Beta- bzw. Alpha-Strahler ist eine radiochemische Abtrennung mit anschließender Messung, z. B. mit Flüssigszintillations- bzw. Alphaspektrometrie nach DIN 25457-1 durchzuführen.

Die Aktivitäten der nicht mittels nuklidspezifischer Untersuchung bestimmten Nuklide werden nach 5.2.3 über die Hochrechnungsfaktoren aus den Aktivitäten ihrer zugehörigen Schlüsselnuklide oder nach 5.2.4 aus dem Nuklidvektor ermittelt.

Die massenbezogenen Aktivitäten sind mit den vorgegebenen Freigabewerten unter Berücksichtigung der Summenformel nach StrlSchV zu vergleichen.

Für den Fall einer statistischen Auswertung ist auf einen Satz von Beprobungsergebnissen nach 5.3.5.2.3 zurückzugreifen. Es können die statistischen Verfahren 1 und 2 analog 6.4.3.1 angewendet werden. Hierbei ist der Begriff Mittelungsfläche durch Mittelungsmasse zu ersetzen.

5.4 Dokumentation Bauschutt

5.4.1 Allgemeines

Die Aufzeichnungen aus den qualitätssichernden Prüfungen an den Messanlagen sind mindestens über den Zeitraum aufzubewahren, in dem diese für die Messungen im Rahmen von Voruntersuchungen und Entscheidungsmessungen eingesetzt werden und die Freigabe des Bauschutts durch die Behörde noch nicht abschließend entschieden ist. Die Dokumentation der Messungen ist mindestens bis zu dieser Freigabe aufzubewahren.

Die Dokumentation kann auf Papier oder in elektronischer Form erfolgen. Analogieschlüsse sind gesondert zu begründen. Messergebnisse, die kleiner oder gleich der Erkennungsgrenze sind, werden in numerischer Form mit dem Wert der Erkennungsgrenze und dem vorangestellten Zeichen „≤“ dokumentiert. Bei nuklidspezifischen Messungen ist in diesem Fall nur die Erkennungsgrenze je eines Schlüsselnuklids für die Teilgruppe entsprechend zu dokumentieren.

Im Rahmen der nachfolgenden Dokumentation darf auf weitere Betriebsregelungen (z. B. Prüfhandbuch, Handbuch der Qualitätsanweisungen) oder Zertifizierungen Bezug genommen werden.

5.4.2 Dokumentation Voruntersuchung

Als Ergebnis der Voruntersuchung ist mindestens zu dokumentieren:

- a) Verwendete Messverfahren;
- b) Messergebnisse;
- c) Zusammenfassende Bewertung folgender Größen im Hinblick auf das vorgesehene Entscheidungsverfahren:
 - Nuklidvektor mit Zusatzangaben oder alternativ Schlüsselnuklide mit Hochrechnungsfaktoren;
 - räumliche Aktivitätsverteilung;
 - Baumaterialien im Hinblick auf natürliche Radioaktivität.