DIN 25457-1:2014-12 (D)

Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen - Teil 1: Grundlagen

Inhalt

Seite

Vorwort 4

1 Anwendungsbereich 5

2 Normative Verweisungen 5

3 Begriffe und Formelzeichen 6
3.1 Begriffe 6
3.2 Formelzeichen 8

4 Messverfahren 12
4.1 Grundlegendes Modell und charakteristische Größen der Aktivitätsmessverfahren unter Berücksichtigung von Typ A- und Typ B-Messunsicherheiten 12
4.1.1 Allgemeines 12
4.1.2 Darstellung des Modells in allgemeiner Form 13
4.1.3 Spezieller Modellansatz für Aktivitätsmessverfahren 14
4.1.4 Vorgehensweise bei konservativen und realitätsnahen Ansätzen 17
4.2 Direkte Oberflächen-Gesamtaktivitätsmessung 18
4.2.1 Allgemeines 18
4.2.2 Relevante Typ B-Messunsicherheiten 18
4.2.3 Anforderungen an die Messgeräte 19
4.2.4 Anforderungen an die Kalibrierstrahler 20
4.2.5 Oberflächenbeschaffenheit des Messgutes 20
4.2.6 Abhängigkeit der Zählrate des Detektors von den geometrischen Bedingungen 20
4.2.7 Festlegung eines Alarmwerts 21
4.2.8 Messablauf 22
4.2.9 Qualitätssicherung 24
4.3 Indirekte Oberflächen-Gesamtaktivitätsmessung 24
4.3.1 Allgemeines 24
4.3.2 Relevante Typ B-Messunsicherheiten 25
4.3.3 Anforderungen an die Messanordnung 26
4.3.4 Anforderungen an den Kalibrierstrahler 26
4.3.5 Kalibrierung 26
4.3.6 Nulleffektbestimmung 26
4.3.7 Durchführung der Messung 26
4.3.8 Qualitätssicherung 26
4.4 Spektrometrische Messverfahren 27
4.4.1 Gammaspektrometrie an Materialproben 27
4.4.2 In-situ-Gammaspektrometrie 34
4.4.3 Alpha-Spektrometrie an Materialproben 40
4.4.4 Bestimmung der Aktivität der alpha-strahlenden Radionuklide mittels Gamma-Spektrometrie an Materialproben 44
4.5 Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung 45
4.5.1 Allgemeines 45
4.5.2 Relevante Messunsicherheiten 45
4.5.3 Anforderungen an die Messeinrichtung 45
4.5.4 Eigenschaft des Messgutes 45
4.5.5 Anforderungen an die Kalibrierung 46
4.5.6 Durchführung der Messung 46
4.5.7 Nachweisgrenze, Erkennungsgrenze und Vertrauensbereich 46
4.5.8 Qualitätssicherung 47

Anhang A (normativ) **Bestimmung des Oberflächenansprechvermögens** 49

Anhang B (informativ) **Energien und Reichweite von Alphateilchen** 54

Anhang C (informativ) **Bestimmung der Aktivität der alpha-strahlenden Radionuklide mittels Gamma-Spektrometrie an Materialproben** 56
C.1 Allgemeines 56
C.2 Thorium-Zerfallsreihe und Th-230 56
C.3 Uran 56
C.4 Plutonium 57

Anhang D (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen für die Impulszählung mit Zeitvorwahl** 61

Anhang E (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für stationäre Impulsratenmessungen** 66

Anhang F (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für dynamische Impulsratenmessung** 75

Anhang G (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen für die Impulszählung mit Zeitvorwahl bei kleinen Impulszahlen, z. B. Alphaoberflächenaktivitätsmessung** 78

Anhang H (informativ) **Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Messungen mit Kontaminationsmonitoren bei Berücksichtigung von Typ B-Messunsicherheiten** 80
H.1 Grundlegendes Messmodell 80
H.2 Messaufgabe und Messparameter 81
H.3 Berechnung der charakteristischen Größen 82
H.4 Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die Entscheidungsmessung zur Freigabe 83
H.5 Einbeziehung von Unsicherheiten bzgl. des Freigabewerts der flächenbezogenen Gesamtaktivität 84

Anhang I (informativ) **Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für Messungen mit Wischtestmessplätzen (indirekte Oberflächengesamtaktivitätsmessung)** 85

Anhang J (informativ) **Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Messungen mittels Gammaspektrometrie und In-situ-Gammaspektrometrie** 88
J.1 Vorbemerkungen 88
J.2 Messung von Bodenflächen nach DIN 25457-7: Ermittlung der flächenspezifischen Aktivität sowie der nuklidspezifischen Dosisleistung von Cs-137 88
J.2.1 Allgemeines 88
J.2.2 Kalibrierfaktor und dessen Standardunsicherheit 89
J.2.3 Berechnung der nuklidspezifischen Umgebungs-Äquivalentdosisleistung 89
J.2.4 Beispiel zur Berechnung der charakteristischen Grenzen sowie des besten Schätzers und dessen Standardunsicherheit (unkollimierte Messung, flächenbezogene Aktivität und nuklidspezifische Dosisleistung) 90
J.2.5 Zusammenfassung 92
J.3 Ermittlung der massenspezifischen Aktivität bei vorhandener Störung durch eine interferierende Linie sowie eine Linie im Nulleffektspektrum 92
J.4 Ermittlung der Co-60-Aktivität bei sehr kleinen Nettopeakflächen 94

Anhang K (informativ) **Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessungen** 100
K.1 Vorbemerkungen 100
K.2 Wesentliche Eingangsgrößen für die konservative Kalibrierung 101
K.3 Realistische Berechnung von Erkennungs- und Nachweisgrenze 103
K.3.1 Allgemeines 103
K.3.2 Bestimmung eines realitätsnahen Kalibrierfaktors w 104
K.3.3 Berücksichtigung der messgutbedingten Absenkung des Nulleffektes 104
K.3.4 Berücksichtigung der nicht-zählstatistischen Varianz des Nulleffektes 104
K.4 Beste Schätzwerte, obere Grenze des Vertrauensbereiches 107
K.5 Zusammenfassung 111

Literaturhinweise 112