DIN 25457-1:2013-03 (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 24
4.2.9 Qualitätssicherung 24
4.3 Indirekte Oberflächen-Gesamtaktivitätsmessung 25
4.3.1 Allgemeines 25
4.3.2 Relevante Typ B-Messunsicherheiten 26
4.3.3 Anforderungen an die Messanordnung 26
4.3.4 Anforderungen an den Kalibrierstrahler 26
4.3.5 Kalibrierung 27
4.3.6 Nulleffektbestimmung 27
4.3.7 Durchführung der Messung 27
4.3.8 Qualitätssicherung 27
4.4 Spektrometrische Messverfahren 28
4.4.1 Gammaspektrometrie an Materialproben 28
4.4.2 In-situ-Gammaspektrometrie 34
4.4.3 Alpha-Spektrometrie an Materialproben 41
4.4.4 Bestimmung der Aktivität der alpha-strahlenden Radionuklide mittels Gamma-Spektrometrie an Materialproben 45
4.5 Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung 45
4.5.1 Allgemeines 45
4.5.2 Relevante Messunsicherheiten 45
4.5.3 Anforderungen an die Messeinrichtung 46
4.5.4 Eigenschaft des Messgutes 46
4.5.5 Anforderungen an die Kalibrierung 46
4.5.6 Durchführung der Messung 47
4.5.7 Nachweisgrenze, Erkennungsgrenze und Vertrauensbereich 47
4.5.8 Qualitätssicherung 48

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

Anhang B (informativ) **Energien und Reichweite von Alphateilchen** ... 53

Anhang C (informativ) **Bestimmung der Aktivität der alpha-strahlenden Radionuklide mittels Gamma-Spektrometrie an Materialproben** ... 55
C.1 Allgemeines ... 55
C.2 Thorium-Zerfallsreihe und Th-230 ... 55
C.3 Uran ... 55
C.4 Plutonium ... 56

Anhang D (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen für die Impulszählung mit Zeitvorwahl** ... 60

Anhang E (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für stationäre Impulsratenmessungen** ... 65

Anhang F (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für dynamische Impulsratenmessung** ... 73

Anhang G (informativ) **Erläuterungen zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen für die Impulszählung mit Zeitvorwahl bei kleinen Impulszahlen, z. B. Alphaoberflächenaktivitätsmessung** ... 76

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** ... 78
H.1 Grundlegendes Messmodell ... 78
H.2 Messaufgabe und Messparameter ... 79
H.3 Berechnung der charakteristischen Größen ... 80
H.4 Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die Entscheidungsmessung zur Freigabe ... 81
H.5 Einbeziehung von Unsicherheiten bzgl. des Freigabewerts der flächenbezogenen Gesamtaktivität ... 82

Anhang I (informativ) **Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für Messungen mit Wischtestmessplätzen (indirekte Oberflächengesamtaktivitätsmessung)** ... 83

Anhang J (informativ) **Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Messungen mittels Gammaspektrometrie und In-situ-Gammaspektrometrie** ... 86
J.1 Vorbemerkungen ... 86
J.2 Messung von Bodenflächen nach DIN 25457-7: Ermittlung der flächenspezifischen Aktivität sowie der nuklidspezifischen Dosisleistung von Cs-137 ... 86
J.2.1 Allgemeines ... 86
J.2.2 Kalibrierfaktor und dessen Standardunsicherheit ... 87
J.2.3 Berechnung der nuklidspezifischen Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ... 87
J.2.4 Beispiel zur Berechnung der charakteristischen Grenzen sowie des besten Schätzers und dessen Standardunsicherheit (unkollimierte Messung, flächenbezogene Aktivität und nuklidspezifische Dosisleistung) ... 88
J.2.5 Zusammenfassung ... 90
J.3 Ermittlung der massenspezifischen Aktivität bei vorhandener Störung durch eine interferierende Linie sowie eine Linie im Nulleffektspektrum ... 90
J.4 Ermittlung der Co-60-Aktivität bei sehr kleinen Nettopeakflächen ... 92

Anhang K (informativ) **Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessungen** ... 98
K.1 Vorbemerkungen ... 98
K.2 Wesentliche Eingangsgrößen für die konservative Kalibrierung ... 99
K.3 Realistische Berechnung von Erkennungs- und Nachweisgrenze ... 101
K.3.1 Allgemeines ... 101
K.3.2 Bestimmung eines realitätsnahen Kalibrierfaktors w ... 102
K.3.3 Berücksichtigung der messgutbedingten Absenkung des Nulleffektes ... 102
K.3.4 Berücksichtigung der nicht-zählstatistischen Varianz des Nulleffektes ... 102
K.4 Beste Schätzwerte, obere Grenze des Vertrauensbereiches ... 105
K.5 Zusammenfassung ... 109

Literaturhinweise ... 110