

DIN 25457-1:2024-05 (D)

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

Inhalt	Seite
Vorwort.....	5
1 Anwendungsbereich.....	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	12
5 Kurzbeschreibung der Vorgehensweise im Freigabeverfahren	16
5.1 Allgemeines.....	16
5.2 Festlegung der Charakterisierungsstrategie.....	16
5.3 Grundlagen der Voruntersuchung.....	18
5.4 Räumliche Aktivitätsverteilung.....	18
5.5 Radionuklidgemisch.....	19
6 Ermittlung von Hochrechnungsfaktoren und Nuklidvektoren	19
6.1 Ermittlung von Hochrechnungsfaktoren.....	19
6.2 Ermittlung von Nuklidvektoren.....	21
6.3 Auswirkungen der Dekontamination	21
7 Modelle der Auswertung für Einzelmessungen.....	22
7.1 100 %-Messung, Stichprobenverfahren, repräsentative Messung, abdeckende Messung	22
7.1.1 Allgemeines.....	22
7.1.2 Stichprobenverfahren.....	22
7.1.3 Repräsentative Messung.....	23
7.1.4 Abdeckende Messung.....	23
7.2 Grundlegendes Modell und charakteristische Größen der Aktivitätsmessverfahren.....	23
8 Messverfahren.....	26
8.1 Direkte Messverfahren der Gesamt-Alpha- oder Beta-Oberflächenkontamination	26
8.1.1 Allgemeines.....	26
8.1.2 Austrittsfaktoren bei einfachen und komplexen Zerfallsschemata	27
8.1.3 Relevante Typ B-Unsicherheiten.....	28
8.1.4 Anforderungen an die Messgeräte.....	29
8.1.5 Anforderungen an die Kalibrierstrahler [DIN EN ISO 8769 (VDE 0412-8769)].....	29
8.1.6 Oberflächenbeschaffenheit des Messguts	29
8.1.7 Abhängigkeit der Zählrate des Detektors von den geometrischen Bedingungen.....	29
8.1.8 Berechnung der massenspezifischen Aktivität aus der Oberflächenkontamination.....	30
8.1.9 Festlegung eines Alarmwerts	31
8.1.10 Messablauf.....	33
8.1.11 Qualitätssicherung.....	33
8.2 Indirekte Oberflächen-Gesamtaktivitätsmessung	34
8.2.1 Allgemeines.....	34
8.2.2 Relevante Typ B-Unsicherheiten.....	34
8.2.3 Anforderungen an die Messanordnung.....	35
8.2.4 Anforderungen an den Kalibrierstrahler	35
8.2.5 Kalibrierung.....	35
8.2.6 Nulleffektbestimmung.....	35
8.2.7 Durchführung der Messung	35
8.2.8 Qualitätssicherung.....	36

8.3	Spektrometrische Messverfahren	37
8.3.1	Gammaspektrometrie an Materialproben.....	37
8.3.2	In-situ-Gammaspektrometrie	42
8.4	Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung.....	47
8.4.1	Allgemeines.....	47
8.4.2	Relevante Unsicherheiten	48
8.4.3	Anforderungen an die Messeinrichtung.....	49
8.4.4	Eigenschaft des Messgutes	49
8.4.5	Anforderungen an die Kalibrierung.....	50
8.4.6	Durchführung der Messung	52
8.4.7	Nachweisgrenze, Erkennungsgrenze und Überdeckungsintervall	54
8.4.8	Qualitätssicherung.....	55
9	Dokumentation	56
9.1	Allgemeines.....	56
9.2	Dokumentation Voruntersuchung.....	56
9.3	Dokumentation Entscheidungsmessung.....	57
Anhang A (normativ) Bestimmung des Oberflächenansprechvermögens.....		61
Anhang B (informativ) Beispiele für die Berechnung von Hochrechnungsfaktoren bei Vorliegen von Ergebnissen eines Ensembles von Proben.....		65
Anhang C (informativ) Beispiele für Messstrategien		69
Anhang D (informativ) Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Messungen mit Kontaminationsmonitoren bei Berücksichtigung von Typ B-Unsicherheiten		70
D.1	Grundlegendes Messmodell.....	70
D.2	Messaufgabe und Messparameter	71
D.3	Berechnung der charakteristischen Größen.....	72
D.4	Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die Entscheidungsmessung zur Freigabe.....	74
D.5	Einbeziehung von Messunsicherheiten bzgl. des Freigabewerts der flächenbezogenen Gesamtaktivität.....	74
Anhang E (informativ) Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für Messungen mit Wischtestmessplätzen (indirekte Oberflächengesamtaktivitätsmessung)		76
Literaturhinweise.....		79
Bilder		
Bild 1 — Schematische Darstellung der Prozessabläufe.....		17
Bild 2 — Vereinfachtes Ishikawa-Diagramm (en: fishbone diagram) zur Darstellung des Prozesses der Auswertung der Freigabemessungen mit einer Gesamt-Gamma- Messeinrichtung.....		51
Bild 3 — Beispiel eines Ablaufplans der Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessung mit einer Freimessanlage		53
Bild A.1 — Verlauf der Zählrate in Abhängigkeit von der flächenbezogenen Masse einer Absorptionsschicht, gemessen mit einem Proportionalzählrohr, flächenbezogene Masse der Folie 0,3 mg/cm ² , Zählgas Ar/CH ₄		64
Bild A.2 — Oberflächenansprechvermögen $\sigma_{d \cdot SP}$ eines Proportionalzählrohres in Abhängigkeit vom Abstand d der Quelle zur Detektoroberfläche (Fläche Quelle $B \cdot L =$ 8 cm · 12,5 cm oder $\varnothing = 6$ cm, Detektorfläche $B \cdot L = 9,4$ cm · 16,6 cm, flächenbezogene Masse der Folie 0,3 mg/cm ² , Zählgas Ar/CH ₄)		64

Bild B.1 — Auftragung der logarithmierten Verhältnisse der Daten nach Tabelle B.2	68
Bild E.1 — Aktivität, Erkennungsgrenze, Nachweisgrenze bei der indirekten Oberflächengesamtaktivitätsmessung (vollständiges und vereinfachtes Modell)	78
 Tabellen	
Tabelle 1 — Symbole und Abkürzungen	12
Tabelle 2 — Vorgaben zur Entscheidungsmessung.....	58
Tabelle A.1 — Beispiele für das flächenbezogene Ansprechvermögen $\varepsilon_{i,F}$ für verschiedene Zählsonden und Radionuklide mit Kalibrierstrahler 100 cm²	62
Tabelle A.2 — Beispiel für das mittlere flächenbezogene Ansprechvermögen $\varepsilon_{i,F}$ eines Oberflächenkontaminationsmessgerätes mit Plastiksintillationsdetektoren [5]	63
Tabelle B.1 — Schritte zur Berechnung des Hochrechnungsfaktors	65
Tabelle B.2 — Beispieldaten für die Ermittlung von Hochrechnungsfaktoren	66
Tabelle C.1 — Beispieldaten für Messstrategien	69
Tabelle D.1 — Vorliegende Radionuklide, Nuklidvektor, Oberflächenansprechvermögen des Detektors und Oberflächenkontaminationswerte gemäß StrlSchV, Anl. 4, Tab. 1, Sp. 5.....	71
Tabelle D.2 — Iteration zur Berechnung der Nachweisgrenze	73
Tabelle E.1 — Beispiel zur Ermittlung der Aktivität einer indirekten Oberflächen- Gesamtaktivitätsmessung.....	77
Tabelle E.2 — Beispiel für die Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze	77