

# 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 Wischtestimessplätzen (indirekte Oberflächengesamtaktivitätsmessung) .....		76
Literaturhinweise.....		79
<b>Bilder</b>		
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 <sup>2</sup> , Zählgas Ar/CH <sub>4</sub> .....		64
Bild A.2 — Oberflächenansprechvermögen $\sigma_{d \cdot SP}$ eines Proportionalzählrohres in Abhängigkeit vom Abstand $d$ der Quelle zur Detektoroberfläche (Fläche Quelle $B \cdot L = 8 \text{ cm} \cdot 12,5 \text{ cm}$ oder $\varnothing = 6 \text{ cm}$ , Detektorfläche $B \cdot L = 9,4 \text{ cm} \cdot 16,6 \text{ cm}$ , flächenbezogene Masse der Folie 0,3 mg/cm <sup>2</sup> , Zählgas Ar/CH <sub>4</sub> ) .....		64

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