

# 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 Gammaskpektrometrie an Materialproben .....	27
4.4.2 In-situ-Gammaskpektrometrie .....	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

<b>Anhang B</b> (informativ) <b>Energien und Reichweite von Alphateilchen</b> .....	<b>54</b>
<b>Anhang C</b> (informativ) <b>Bestimmung der Aktivität der alpha-strahlenden Radionuklide mittels Gamma-Spektrometrie an Materialproben</b> .....	<b>56</b>
<b>C.1</b> <b>Allgemeines</b> .....	<b>56</b>
<b>C.2</b> <b>Thorium-Zerfallsreihe und Th-230</b> .....	<b>56</b>
<b>C.3</b> <b>Uran</b> .....	<b>56</b>
<b>C.4</b> <b>Plutonium</b> .....	<b>57</b>
<b>Anhang D</b> (informativ) <b>Erläuterungen zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen für die Impulszählung mit Zeitvorwahl</b> .....	<b>61</b>
<b>Anhang E</b> (informativ) <b>Erläuterungen zur Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für stationäre Impulsratenmessungen</b> .....	<b>66</b>
<b>Anhang F</b> (informativ) <b>Erläuterungen zur Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für dynamische Impulsratenmessung</b> .....	<b>75</b>
<b>Anhang G</b> (informativ) <b>Erläuterungen zur Berechnung der Erkennungs- und Nachweisgrenzen für die Impulszählung mit Zeitvorwahl bei kleinen Impulszahlen, z. B. Alphaoberflächenaktivitätsmessung</b> .....	<b>78</b>
<b>Anhang H</b> (informativ) <b>Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Messungen mit Kontaminationsmonitoren bei Berücksichtigung von Typ B-Messunsicherheiten</b> .....	<b>80</b>
<b>H.1</b> <b>Grundlegendes Messmodell</b> .....	<b>80</b>
<b>H.2</b> <b>Messaufgabe und Messparameter</b> .....	<b>81</b>
<b>H.3</b> <b>Berechnung der charakteristischen Größen</b> .....	<b>82</b>
<b>H.4</b> <b>Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf die Entscheidungsmessung zur Freigabe</b> ....	<b>83</b>
<b>H.5</b> <b>Einbeziehung von Unsicherheiten bzgl. des Freigabewerts der flächenbezogenen Gesamtaktivität</b> .....	<b>84</b>
<b>Anhang I</b> (informativ) <b>Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze für Messungen mit Wischtestimessplätzen (indirekte Oberflächengesamtaktivitätsmessung)</b> .....	<b>85</b>
<b>Anhang J</b> (informativ) <b>Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Messungen mittels Gammaskpektrometrie und In-situ-Gammaskpektrometrie</b> .....	<b>88</b>
<b>J.1</b> <b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>88</b>
<b>J.2</b> <b>Messung von Bodenflächen nach DIN 25457-7: Ermittlung der flächenspezifischen Aktivität sowie der nuklidspezifischen Dosisleistung von Cs-137</b> .....	<b>88</b>
<b>J.2.1</b> <b>Allgemeines</b> .....	<b>88</b>
<b>J.2.2</b> <b>Kalibrierfaktor und dessen Standardunsicherheit</b> .....	<b>89</b>
<b>J.2.3</b> <b>Berechnung der nuklidspezifischen Umgebungs-Äquivalentdosisleistung</b> .....	<b>89</b>
<b>J.2.4</b> <b>Beispiel zur Berechnung der charakteristischen Grenzen sowie des besten Schätzers und dessen Standardunsicherheit (unkollimierte Messung, flächenbezogene Aktivität und nuklidspezifische Dosisleistung)</b> .....	<b>90</b>
<b>J.2.5</b> <b>Zusammenfassung</b> .....	<b>92</b>
<b>J.3</b> <b>Ermittlung der massenspezifischen Aktivität bei vorhandener Störung durch eine interferierende Linie sowie eine Linie im Nulleffektspektrum</b> .....	<b>92</b>
<b>J.4</b> <b>Ermittlung der Co-60-Aktivität bei sehr kleinen Nettopeakflächen</b> .....	<b>94</b>
<b>Anhang K</b> (informativ) <b>Berechnung der Nachweis- und Erkennungsgrenze, der oberen Grenze des Vertrauensbereichs und des Erwartungswertes für Gesamt-Gamma-Aktivitätsmessungen</b> .....	<b>100</b>
<b>K.1</b> <b>Vorbemerkungen</b> .....	<b>100</b>
<b>K.2</b> <b>Wesentliche Eingangsgrößen für die konservative Kalibrierung</b> .....	<b>101</b>
<b>K.3</b> <b>Realistische Berechnung von Erkennungs- und Nachweisgrenze</b> .....	<b>103</b>
<b>K.3.1</b> <b>Allgemeines</b> .....	<b>103</b>
<b>K.3.2</b> <b>Bestimmung eines realitätsnahen Kalibrierfaktors <math>w</math></b> .....	<b>104</b>
<b>K.3.3</b> <b>Berücksichtigung der messgutbedingten Absenkung des Nulleffektes</b> .....	<b>104</b>
<b>K.3.4</b> <b>Berücksichtigung der nicht-zählstatistischen Varianz des Nulleffektes</b> .....	<b>104</b>
<b>K.4</b> <b>Beste Schätzwerte, obere Grenze des Vertrauensbereiches</b> .....	<b>107</b>
<b>K.5</b> <b>Zusammenfassung</b> .....	<b>111</b>
<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>112</b>