

DIN IEC 62618
(VDE 0493-3-8)

DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 17.240

Einsprüche bis 2020-09-03

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62618
(VDE 0493-3-8):2017-08

Entwurf

**Strahlenschutz-Messgeräte –
Spektroskopische alarmgebende persönliche Strahlungsdetektoren (SPRD) für
den Nachweis von unerlaubt transportiertem radioaktivem Material
(IEC 45B/951/CD:2019);
Text Deutsch und Englisch**

Radiation protection instrumentation –
Spectroscopy-based alarming Personal Radiation Detectors (SPRD) for the detection of illicit
trafficking of radioactive material
(IEC 45B/951/CD:2019);
Text in German and English

Instrumentation pour la radioprotection –
DéTECTEURS individUELS spectroscopiques d'alarme aux rayonnements (SPRD) pour la détection
du trafic illicite des matières radioactives
(IEC 45B/951/CD:2019);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-07-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser
Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für
Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in
DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 60 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE
DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR)

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe, Abkürzungen und Symbole, Größen und Einheiten	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Abkürzungen und Symbole	10
3.3 Größen und Einheiten	10
4 Allgemeine Prüfverfahren	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Standardprüfbedingungen	11
4.3 Unsicherheiten	11
4.4 Statistische Schwankungen	11
4.5 Untergrundstrahlung während der Prüfungen	12
4.6 Betriebsparameter und Prüfaufbau	12
4.7 Strahlungsquellen	12
4.8 Quellen aus spaltbarem Nuklearmaterial (SNM) und angereichertem Uran	12
4.9 Geschwindigkeit sich bewegendes Quellen einschließlich Skalierung	12
4.10 Funktionsprüfung und Anforderungen an den Akzeptanzbereich für die Prüfungen	13
4.11 Anforderungen an das Strahlungsfeld	15
5 Allgemeine Anforderungen	15
5.1 Basisinformationen	15
5.2 Mechanische Eigenschaften	16
5.3 Datenausgabe	17
5.4 Benutzeranzeige	17
5.5 Beschriftungen	17
5.6 Alarmer	18
6 Anforderungen bezüglich des Strahlungsnachweises	18
6.1 Fehlalarmrate	18
6.2 Gammaalarm	18
6.3 Personenschutzalarm	19
6.4 Relative Eigenabweichung	19
6.5 Erkennung von langsam ansteigenden Strahlungspegeln	20
6.6 Bereichsüberschreitung	20
6.7 Nachweis von Neutronen (wenn vorhanden)	21
6.8 Gammaansprechvermögen des Neutronendetektors (falls vorhanden)	21

6.9	Identifizierung einzelner Radionuklide	22
6.10	Gleichzeitige Identifizierung mehrerer Radionuklide.....	23
6.11	Maskierung	24
6.12	Identifizierung bei niedriger Dosisleistung	24
6.13	Bereichsüberschreitungseigenschaften der Identifizierung	25
7	Umgebungsbezogene Anforderungen	25
7.1	Umgebungstemperatur	25
7.2	Temperaturschock.....	26
7.3	Relative Luftfeuchte	26
7.4	Feuchtigkeits- und Staubschutz	27
8	Mechanische Anforderungen	27
8.1	Schwingungen.....	27
8.2	Mikrophonie/Aufprall	28
8.3	Fallprüfung	28
9	Elektromagnetische Anforderungen.....	28
9.1	Elektrostatische Entladung (ESD).....	28
9.2	Hochfrequenz (HF).....	29
9.3	Abgestrahlte hochfrequente Felder.....	29
9.4	Magnetfelder	29
10	Dokumentation	30
10.1	Betriebs- und Wartungshandbuch.....	30
10.2	Prüfschein	30
10.3	Konformitätserklärung	30
	Literaturhinweise	31
Tabellen		
	Tabelle 1 – Standardprüfbedingungen	11
	Tabelle 2 – Analyse der Prüfungsergebnisse.....	15
	Tabelle 3 – Annahmekriterien für die Identifizierung1	23

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45B/951/CD:2019 „Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based alarming Personal Radiation Detectors (SPRD) for the detection of illicit trafficking of radioactive material“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom SC 45B „Radiation protection instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium GK 851 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnietsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 62618 (VDE 0493-3-8):2017-08** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Konsistenz mit den Neuausgaben der IEC-Normen zum Aufspüren von unerlaubt transportierten radioaktiven Stoffen (siehe Einleitung);
- b) Einführung einer einheitlichen Funktionsprüfung bezüglich aller umgebungsbezogenen, elektromagnetischen und mechanischen Belastungen mit Bezug auf **IEC 62706**;
- c) Einführung einer Anforderung für einen Variationskoeffizienten für jeden Anzeigebereich;
- d) Aufnahme zusätzlicher Informationen bezüglich klimatischer Belastungen.

Einleitung

Der Nachweis unerlaubt oder unbeabsichtigt transportierter radioaktiver Stoffe in der Form radioaktiver Quellen und kontaminierten Metallschrotts ist wichtig. Radioaktive Quellen, die nicht mehr der gesetzlichen Überwachung unterliegen, sogenannte „verwaiste Quellen“, haben häufig zu ernsten Strahlenexpositionen und weiträumiger Kontamination geführt. Obwohl der unerlaubte Transport von spaltbarem Nuklearmaterial und anderen radioaktiven Stoffen kein neues Phänomen ist, hat die Besorgnis über einen nuklearen „Schwarzen Markt“ in den letzten Jahren zugenommen, insbesondere im Hinblick auf sein terroristisches Potenzial.

Als Reaktion auf die technischen Leitlinien der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEA), der Weltzollorganisation (WCO) und der Internationalen kriminalpolizeilichen Organisation (Interpol) zu Nachweis und Identifizierung spaltbaren Nuklearmaterials sowie im Hinblick auf allgemeine Sicherheitsbestrebungen entwickeln und produzieren Hersteller nuklearer Instrumentierung Strahlungsmessgeräte zur Mithilfe bei der Aufdeckung von unerlaubtem Transport von radioaktiven Stoffen und spaltbarem Nuklearmaterial. Diese Art von Instrumentierung findet für Sicherheitszwecke in kerntechnischen Anlagen, an Grenzkontrollstellen sowie auf internationalen See- und Flughäfen breite Anwendung.

Um jedoch die Konsistenz der an verschiedenen Orten gewonnenen Messergebnisse sicherzustellen, ist es unumgänglich, dass Strahlungsmessgeräte nach strengen Vorgaben gebaut werden, die auf den in internationalen Normen vereinbarten Anforderungen an ihre Leistungsfähigkeit beruhen. Verschiedene IEC-Normen sind für persönliche am Körper getragene, Hand- und Portalgeräte entwickelt worden. Die nachstehende Tabelle enthält eine Liste dieser Normen.

Geräteart	IEC-Nummer	Titel
Am Körper getragen	62401	Radiation protection instrumentation – Alarming Personal Radiation Devices (PRDs) for the detection of illicit trafficking of radioactive material
	62618	Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-Based Alarming Personal Radiation Devices (SPRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material
	62694	Radiation protection instrumentation – Backpack-type radiation detector (BRD) for detection of illicit trafficking of radioactive material
Tragbares oder Handgerät	62327	Radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radionuclides and for the estimation of ambient dose equivalent rate from photon radiation
	62533	Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for photon detection of radioactive material
	62534	Radiation protection instrumentation – Highly sensitive hand-held instruments for neutron detection of radioactive material
Portalmonitore	62244	Radiation protection instrumentation – Installed radiation portal monitors (RPMs) for the detection of illicit trafficking of radioactive and nuclear materials
	62484	Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of illicit trafficking of radioactive material
Datenformat	62755	Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials
Mobiles System	63121	Radiation protection instrumentation – Vehicle-mounted mobile systems for the detection of illicit trafficking of radioactive materials

Strahlenschutz-Messgeräte – Spektroskopische alarmgebende persönliche Strahlungsdetektoren (SPRD) für den Nachweis von unerlaubt transportiertem radioaktivem Material

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für spektroskopische alarmgebende persönliche Strahlungsdetektoren (SPRDs). SPRDs detektieren und identifizieren Gammastrahlung und detektieren möglicherweise Neutronenstrahlung. SPRDs können an einem Gürtel oder in einer Tasche getragen werden, um den Träger beim Vorhandensein einer Strahlenquelle zu warnen. SPRDs stellen gleichzeitig eine schnelle Suche, ähnlich zu der eines persönlichen Strahlungsdetektors (PRD), und eine Identifizierungsfähigkeit zur Identifizierung der Strahlenquelle bereit. Sie können zwischen harmlosen Alarmen aufgrund von natürlich vorkommenden radioaktiven Materialien (NORM) oder medizinischen Radionukliden und den Alarmen aufgrund von industriellen Strahlenquellen oder spaltbaren Nuklearmaterialien (SNM) unterscheiden.

Dieses Dokument legt Leistungsanforderungen fest, liefert Beispiele annehmbarer Prüfverfahren, und legt allgemeine Eigenschaften, allgemeine Prüfbedingungen, radiologische, Umwelt-, mechanische und elektromagnetische Eigenschaften fest, die benutzt werden, um zu bestimmen, ob ein Gerät die Anforderungen dieser Norm erfüllt.

Dieses Dokument gilt nicht für die Leistungsfähigkeit von Strahlenschutz-Messgeräten, die in IEC 61526 oder IEC 62401 behandelt werden. Sie sind nicht für die genaue Messung der Personendosis ($H_p(10)$) oder der Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung) gedacht.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-395:2014, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 395: Nuclear instrumentation: physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 61187, *Electrical and electronic equipment – Documentation*

IEC 62706, *Radiation protection instrumentation – Environmental, electromagnetic and mechanical requirements*

IEC 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials*

3 Begriffe, Abkürzungen und Symbole, Größen und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-395 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

annehmbare oder richtige Identifizierung

(en: acceptable or correct identification)

wenn ein Gerät nur die vorhandenen Radionuklide richtig identifiziert

3.1.2

Messunsicherheit

(en: accuracy of measurement)

Grad der Übereinstimmung zwischen dem Ergebnis einer Messung und dem wahren Wert der Messgröße

Anmerkung 1 zum Begriff: „Genauigkeit“ ist ein quantitatives Konzept.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Benennung „Präzision“ sollte nicht an Stelle von „Genauigkeit“ verwendet werden.

[QUELLE: IEC 60050-394:2007, 394-40-35]

3.1.3

Alarm

(en: alarm)

akustisches, optisches oder anderes Signal, das ausgelöst wird, wenn die Geräteanzeige einen voreingestellten Wert überschreitet oder außerhalb eines voreingestellten Bereichs liegt

3.1.4

Alarmkriterium

(en: alarm criteria)

Bedingung, die einen Alarm des Geräts auslöst

3.1.5

Umgebungs-Äquivalentdosis

$H^*(10)$

(en: ambient dose equivalent)

Äquivalentdosis an einem Punkt in einem Strahlungsfeld, die durch das zugehörige ausgerichtete und aufgeweitete Feld in der Tiefe von 10 mm einer ICRU-Kugel auf dem Radiusvektor erzeugt wird, der dem ausgerichteten Strahlungsfeld entgegengerichtet ist (siehe ICRU-Berichte 39 und 47)

Anmerkung 1 zum Begriff: Zur Definition dieser Größen ist es sinnvoll, bestimmte Strahlungsfelder festzulegen, die vom aktuellen Strahlungsfeld abgeleitet werden. Die Benennungen „aufgeweitet“ und „ausgerichtet“ werden zur Charakterisierung dieser abgeleiteten Strahlungsfelder benutzt. Im aufgeweiteten Feld haben die Fluenz und ihre Energie- und Winkelverteilung im gesamten interessierenden Volumen die gleichen Werte wie in dem aktuellen Feld am Referenzpunkt. Im ausgerichteten und aufgeweiteten Feld sind die Fluenz und ihre Energieverteilung die gleichen wie im aufgeweiteten Feld, nur dass die Fluenz unidirektional ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die ICRU-Kugel (siehe ICRU-Bericht 33) ist eine gewebeäquivalente Kugel mit einem Durchmesser von 30 cm, einer Dichte von $1 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ und einer Massenzusammensetzung aus gewebeäquivalentem Material (siehe IEC 60050-393, 393-14-78).

Anmerkung 3 zum Begriff: Die empfohlene Tiefe d für Umgebungsüberwachung im Sinne von $H^*(d)$ ist 10 mm, und $H^*(d)$ kann dann als $H^*(10)$ geschrieben werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Ein Gerät, das ein isotropes Ansprechvermögen hat und im Sinne von $H^*(d)$ kalibriert ist, misst $H^*(d)$ in Strahlungsfeldern, die über die Abmessungen des Geräts gleichförmig sind.

Anmerkung 5 zum Begriff: Die Definition von $H^*(d)$ verlangt eine Konstruktionsform des Geräts, die Rückstreuung berücksichtigt.

[QUELLE: IEC 60050-393:2003, 393-14-95]

3.1.6

Umgebungs-Äquivalentdosisleistung

$\dot{H}^*(10)$

(en: ambient dose equivalent rate)

Quotient Umgebungs-Äquivalentdosisleistung in der für die Umweltüberwachung empfohlenen Gewebetiefe von 10 mm, $dH^*(10)$, durch dt , wobei $dH^*(10)$ der Zuwachs der Umgebungs-Äquivalentdosis im Zeitintervall dt ist (siehe 3.4)

$$\dot{H}^*(10) = \frac{dH^*(10)}{dt}$$

3.1.7

Untergrundstrahlungspegel

(en: background radiation level)

Strahlungsfeld, in dem das Gerät arbeiten soll, einschließlich der Untergrundstrahlung, die durch natürlich vorkommendes radioaktives Material erzeugt wird

3.1.8

Anzeige des Vertrauensniveaus

(en: confidence indication)

vom Gerät bereitgestellte Anzeige zur Beurteilung der Zuverlässigkeit der Gültigkeit der Identifizierung. Für jedes identifizierte Radionuklid zeigt das Gerät die Wahrscheinlichkeit seiner korrekten Identifizierung an.

3.1.9

Variationskoeffizient

(en: coefficient of variation)

Verhältnis Standardabweichung s zum arithmetischen Mittel $\bar{x}$ einer Reihe von n Messungen x_i nach folgender Gleichung:

$$COV = \frac{s}{\bar{x}} = \frac{1}{\bar{x}} \cdot \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

[QUELLE: IEC 60050-394:2007, 394-40-14]

3.1.10

richtiger Wert einer Größe

(en: conventionally true value of a quantity)

einer bestimmten Größe zugeordneter Wert mit einer gegebenenfalls aufgrund einer Vereinbarung akzeptierten und für einen gegebenen Zweck angemessenen Unsicherheit

Anmerkung 1 zum Begriff: „Richtiger Wert einer Größe“ wird gelegentlich auch als zugewiesener Wert, bester Schätzwert der Größe, konventioneller Wert oder Referenzwert bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein richtiger Wert wird im Allgemeinen als ausreichend nahe am wahren Wert angesehen, so dass die Abweichung vom wahren Wert für den gegebenen Zweck als nicht signifikant angesehen werden kann. Beispielsweise kann ein mit einem Primär- oder Sekundärnormal oder mit einem Referenzmessgerät bestimmter Wert als richtiger Wert angenommen werden.

[QUELLE: IEC 60050-394:2007, 394-40-10]

3.1.11

Fehlalarm (en: false alarm)

Alarm, der nicht durch einen Anstieg des Strahlungspegels über den Untergrundpegel verursacht wird

3.1.12

Funktionsprüfung

(en: functionality test)

Verfahren zur Messung potenzieller Änderungen des Geräteansprechvermögens wie Drift der Energiekalibrierung oder Empfindlichkeit

3.1.13

Einflussgröße

(en: influence quantity)

Größe, die das Ergebnis einer Messung beeinflusst, ohne selbst Messgröße zu sein

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispielsweise die Temperatur eines für Längenmessungen benutzten Mikrometers.

[QUELLE: IEC 60050-394:2007, 394-40-27]

3.1.14

harmloser Alarm

(en: innocent alarm)

durch einen Anstieg der Strahlung von nicht bedrohlichem radioaktivem Material wie NORM (z. B. Dünger, Keramikfliesen) oder medizinischen Radionukliden erzeugter Alarm

3.1.15

Hersteller

(en: manufacturer)

beinhaltet den Entwickler des Geräts

3.1.16

Präzision

(en: precision)

Grad, mit dem wiederholte Messungen unter unveränderten Bedingungen dieselben Ergebnisse liefern (auch Reproduzierbarkeit oder Wiederholbarkeit genannt)

3.1.17

radioaktives Material

(en: radioactive material)

Material, das ein oder mehrere Bestandteile enthält, die radioaktiv sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Sinne dieser Norm beinhaltet radioaktives Material auch spaltbares Nuklearmaterial.

[QUELLE: IEC 60050-393:2003, 393-12-46]

3.1.18

Referenzpunkt eines Geräts

(en: reference point of an instrument)

Markierung am Gerät, die für dessen Positionierung zum Zwecke der Kalibrierung dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Punkt, von dem aus der Abstand zur Quelle gemessen wird.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Referenzpunkt für die Kalibrierung wird auch als Referenzpunkt für die Prüfungen benutzt.

[QUELLE: IEC 60050-394:2007, 394-40-15]

3.1.19

Referenzquelle

(en: reference source)

radioaktive Sekundärstandardquelle für die Verwendung bei der Kalibrierung des Messgeräts

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm werden Referenzquellen für die Kalibrierung auch für Prüfungen benutzt.

[QUELLE: IEC 60050-394:2007, 394-40-19]

3.1.20

Sicherheitsalarm

(en: safety alarm)

akustisches oder optisches Signal beim Nachweis hoher Strahlenpegel, die sofortige Strahlenschutzmaßnahmen erfordern

3.1.21

Quellennachweisalarm

(en: source indication alarm)

akustisches und/oder optisches Signal, dass auf die Anwesenheit einer Strahlenquelle hinweist

3.1.22

Standardprüfbedingungen

(en: standard test conditions)

Wertebereich einer Gruppe von Einflussgrößen, mit denen eine Prüfung, eine Kalibrierung oder eine Messung des Ansprechvermögens durchgeführt wird

3.1.23

Leistungsprüfung

(en: performance test)

Umwelt-, mechanische oder elektrische Prüfung nach IEC 62706

3.1.24

Typprüfung

(en: type test)

Konformitätsprüfung an einem oder mehreren für die Produktion repräsentativen Prüfmustern

[QUELLE: IEC 60050-394:2007, 394-40-02]

3.2 Abkürzungen und Symbole

CISPR	Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques
COV	Variationskoeffizient
CZT	Cadmium-Zink-Tellurid
DU	abgereichertes Uran
ESD	elektrostatische Entladung
HDPE	hochdichtes Polyethylen
HEU	hoch angereichertes Uran
ICRU	Internationale Kommission für Strahlungseinheiten und -messungen
NORM	natürlich vorkommendes radioaktives Material
PMMA	Polymethylmethacrylat
RF	Hochfrequenz (HF)
SNM	spaltbares nukleares Material
SPRD	spektroskopischer persönlicher Strahlungsdetektor
WGPu	waffenfähiges Plutonium

3.3 Größen und Einheiten

In der vorliegenden Norm werden die Einheiten des Internationalen Einheitensystems (SI) verwendet¹. Die Definitionen der Strahlungsgrößen sind in IEC 60050-395 enthalten.

Außerdem dürfen auch folgende Maßeinheiten verwendet werden:

- für Energie: Elektronenvolt (Einheitenzeichen: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- für Zeitangaben: Jahr (a), Tag (d), Stunde (h), Minute (min).
- für Temperatur: Grad Celsius (Einheitenzeichen: °C), $0 \text{ °C} = 273,15 \text{ K}$.

Vielfache oder Teile der SI-Einheiten werden entsprechend dem SI-System benutzt, wo es zweckmäßig ist.

4 Allgemeine Prüfverfahren

4.1 Allgemeines

Wenn in den einzelnen Abschnitten nichts anderes festgelegt ist, dürfen alle in dieser Norm aufgezählten Prüfungen als Teil einer Typprüfung oder einer Abnahmeprüfung verwendet werden.

¹ International Bureau of Weights and Measures: Internationales Einheitensystem (SI), 8. Ausgabe, 2006.

4.2 Standardprüfbedingungen

Wenn nichts anderes festgelegt ist, sollten die in diesem Dokument beschriebenen Prüfungen unter den in Tabelle 1 angegebenen Standardprüfbedingungen durchgeführt werden.

Die Umgebungstemperatur, die relative Luftfeuchte und der Luftdruck müssen während den Prüfungen aufgezeichnet werden.

Tabelle 1 – Standardprüfbedingungen

Einflussgröße	Standardprüfbedingungen
Umgebungstemperatur	18 °C bis 25 °C
Relative Luftfeuchte	≤ 75 %
Luftdruck	70 kPa bis 106,6 kPa
Gammastrahlungsuntergrund	Umgebungs-Äquivalentdosisleistung niedriger oder gleich 0,15 µSv·h ⁻¹ . Natürliche Bedingungen ohne Anwesenheit von menschengemachten Emittlern
Neutronenuntergrund	Natürliche Bedingungen ohne Anwesenheit von menschengemachten Emittlern. Neutronenquellen mit Stärken, die die Leistungsfähigkeit einer Prüfung beeinflussen könnten, dürfen nicht im Prüfbereich sein.

ANMERKUNG SPRDs werden typischerweise in nicht-radiologischen Bereichen eingesetzt, z. B. in Frachthäfen und an Grenzkontrollstellen. Die Anwesenheit von menschengemachten radiologischen Materialien wie Strahlenquellen wird in diesen Bereichen nicht erwartet. Es wird erwartet, dass zur Prüfung von SPRDs nicht-radiologische Bereiche verwendet werden.

4.3 Unsicherheiten

Sofern für eine spezifische Größe nicht anders angegeben, sollten die Unsicherheiten für jede messbare Größe (z. B. Strahlungsfeld) 15 % mit einem Erweiterungsfaktor $k = 1$ nicht überschreiten, mit Ausnahme von Messungen der Untergrundstrahlung, die diesen Wert übersteigen dürfen.

4.4 Statistische Schwankungen

Für Prüfungen unter Verwendung von Strahlenquellen zur Überprüfung der Empfindlichkeit gegenüber klimatischen, elektromagnetischen oder mechanischen Bedingungen ([Abschnitte 7, 8 und 9](#)), muss das Strahlungsfeld, das von den Quellen erzeugt wird, um die Antwort eines SPRDs zu überprüfen, angepasst werden, um die Größe der statistischen Schwankungen zu verringern.

Falls die Größe der statistischen Schwankungen durch die zufällige Natur der Strahlung allein einen signifikanten Anteil an den in den Prüfungen erlaubten Anzeigeschwankungen ausmacht (d. h. Schwankungen größer oder gleich 12 %), sollte das Strahlungsfeld erhöht werden, um die Schwankungen der Ablesungen zu verringern (damit der Mittelwert dieser Ablesungen mit einer ausreichenden Genauigkeit geschätzt werden kann, um die Übereinstimmung mit der in Frage kommenden Prüfung zu zeigen). Wenn das Strahlungsfeld nicht so erhöht werden kann, dass der erforderliche Variationskoeffizient (COV) erreicht werden kann, sollte die Anzahl der Ablesungen soweit nötig erhöht werden. Der Variationskoeffizient der nominellen mittleren Ablesung sollte kleiner oder gleich 12 % sein.

Bei Messungen ohne Quellen (d. h. beim Pegel der Untergrundstrahlung) wird der SPRD beobachtet, um zu überprüfen, dass keine Alarmer oder falsche Anzeigen durch eine Einflussgröße (z. B. Temperatur, Feuchte, Hochfrequenz, Stoß, Vibration) erzeugt werden, weil bei den Ablesungen große Schwankungen erwartet werden.

4.5 Untergrundstrahlung während der Prüfungen

Die Prüfungen müssen in einem Bereich durchgeführt werden, in dem die Untergrundstrahlung [Tabelle 1](#) entspricht. Der Untergrund muss vor den Prüfungen gemessen und während der Prüfungen kontrolliert werden. Außerdem muss ein Untergrundspektrum mit einem spektroskopischen Detektor (z. B. einem Reinstgermaniumdetektor [HPGe]) aufgenommen werden, um sicherzustellen, dass nur natürlich auftretende Radionuklide (z. B. ^{40}K , ^{232}Th -Reihe, ^{238}U -Reihe) im Prüfbereich vorhanden sind. Der Neutronenuntergrund sollte gemessen werden, außer es kann sichergestellt werden, dass keine Neutronenquellen im Prüfbereich sind. Die Höhe des Prüfforts muss aufgezeichnet werden.

4.6 Betriebsparameter und Prüfaufbau

SPRDs müssen nach den Herstellerspezifikationen eingerichtet werden. Betriebsparameter wie die Alarmeinstellungen sollten während der Prüfung unverändert bleiben.

Der Bezugspunkt für Prüfzwecke ist der Mittelpunkt der Stirnfläche, es sei denn, vom Hersteller ist etwas anderes vorgegeben. Wenn der SPRD eine Untergrundmessung erfordert, muss vor dem Beginn der Prüfung die Aufnahme von Daten in einer vom Hersteller festgelegten Art und Weise erlaubt werden.

4.7 Strahlungsquellen

Ein Umgebungs-Äquivalentdosisleistungspegel von $0,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (+20 %) über dem Untergrund wird für Alarmprüfungen mit ^{241}Am , ^{137}Cs und ^{60}Co verwendet. Für Identifizierungsprüfungen an DU, HEU, WGPu, ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{67}Ga , ^{131}I , $^{99\text{m}}\text{Tc}$ und ^{201}Tl wird ein Umgebungs-Äquivalentdosisleistungspegel von $1,0 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (+20 %) über dem Untergrund verwendet.

Die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung kann berechnet oder gemessen werden. Wenn die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung gemessen wird, muss der gemessene Wert mit dem Energieansprechvermögen des für die Messungen verwendeten Geräts korrigiert und die anwendbaren Umrechnungsfaktoren müssen angewendet werden.

^{252}Cf oder ^{244}Cm ist die Referenzquelle für Prüfungen der Neutronenalarme. Die Quelle muss eine Neutronenemissionsrate von $20\,000 \text{ s}^{-1}$ (–10 %, +20 %) haben und, sofern nichts anderes festgelegt ist, von einem sphärischen hochdichten Polyethylen(HDPE)-Moderator mit einer Wanddicke von 4 cm umgeben sein. Der Durchmesser des inneren Hohlraums des Moderators sollte nicht größer als 3 cm sein.

4.8 Quellen aus spaltbarem Nuklearmaterial (SNM) und abgereichertem Uran

Andere Massen, Abmessungen und Formen dürfen für die Prüfungen verwendet werden, so lange die erforderliche Umgebungs-Äquivalentdosisleistung erhalten wird. Für diese Norm hat hochangereichertes Uran (HEU) eine Anreicherung von $\geq 90 \%$ ^{235}U , abgereichertes Uran (DU) eine ^{235}U -Häufigkeit von 0,2 % bis 0,4 %, und waffenfähiges Plutonium (WGPu) hat $\leq 6,5 \%$ ^{240}Pu und $> 93 \%$ ^{239}Pu .

Die WGPu-Quelle muss möglicherweise abgeschirmt werden (z. B. mit einer Kupferlegierung ASTM B152) um die gemessene Emission der 60-keV-Linie von ^{241}Am zu reduzieren. Die Abschirmung muss die 60-keV-Emission des ^{241}Am so stark reduzieren, dass sie um nicht mehr als einen Faktor 10 größer als die 375-keV-Emission des ^{239}Pu ist. Wenn die Emission für die 375-keV-Linie zum Beispiel 100 s^{-1} ist, sollte die Emission für die 60-keV-Linie des ^{241}Am $1\,000 \text{ s}^{-1}$ nicht übersteigen.

ANMERKUNG Der Faktor 10 wurde aus Messungen an Ausgangsmaterial bestimmt.

4.9 Geschwindigkeit sich bewegender Quellen einschließlich Skalierung

Bei dynamischen Prüfungen muss die Quelle oder der SPRD in einer Konfiguration bewegt werden, die keine weitere Abschirmung um die Quelle beinhaltet als diejenige, die für die spezifische Prüfung benötigt wird. Die

Geschwindigkeit der Quelle muss, sofern in einer Prüfung nichts anderes verlangt wird, $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ sein, wenn in einem Abstand der nächsten Annäherung von 1,5 m geprüft wird.

Bei den dynamischen Prüfungen muss eine Pause von mindestens 10 s zwischen den Versuchen eingelegt werden, während der die Quelle in einer solchen Entfernung positioniert wird, dass sie den Untergrund im Umfeld des SPRD nicht beeinflusst. Abschirmung kann für die Reduzierung des Untergrunds beim SPRD benutzt werden.

Um die geforderte Umgebungs-Äquivalentdosisleistung am Prüfpunkt zu erreichen, kann der Abstand der nächsten Annäherung d (ausgedrückt in m) innerhalb eines Bereichs von 0,5 m bis 3 m angepasst werden. Wenn der Abstand der nächsten Annäherung geändert wurde, muss die Passiergeschwindigkeit v (ausgedrückt in $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) angepasst werden mit

$$v = v_0 \cdot d/d_0 \quad (1)$$

wobei $v_0 = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ und $d_0 = 1,5 \text{ m}$ sind.

4.10 Funktionsprüfung und Anforderungen an den Akzeptanzbereich für die Prüfungen

4.10.1 Allgemeine Anforderungen

Für die meisten Prüfungen in den Abschnitten 7, 8 und 9 wird die Funktion des SPRDs vor und nach der Prüfung und in einigen Fällen ebenfalls während der Prüfung ausgewertet. Die Antwort des SPRDs nach der Prüfung (Nachprüfungsmessung) wird verglichen mit der Antwort vor der Prüfung (Vorprüfungsmessung).

Wenn anwendbar, muss die Quelle, abhängig vom Prüfverfahren, während der Dauer der Prüfungen am selben Ort gelassen werden (von den Vorprüfungsmessungen bis zu den Nachprüfungsmessungen). Anderenfalls, falls die Quelle während der Prüfung entfernt werden muss, muss die Quelle an derselben Stelle positioniert werden, die bei den Vorprüfungsmessungen verwendet wurde, um einem möglicherweise durch die Quellenpositionierung eingebrachten Bias Rechnung zu tragen.

Gammastrahlungsmessungen werden mit ^{241}Am - und ^{60}Co -Quellen (oder anderen Quellen, die Gammastrahlung mit niedriger und hoher Energie aussenden) und Neutronenmessungen mit einer Neutronenquelle, z. B. ^{252}Cf , ^{244}Cm , $^{241}\text{AmBe}$, durchgeführt. Die ^{241}Am - und die ^{60}Co -Quellen sollten so positioniert werden, dass der Variationskoeffizient jeder nominellen mittleren Ablesung kleiner oder gleich 12 % ist. Die folgende Anleitung bezüglich der Quellen sollte angewendet werden:

- Für die Vor- und Nachprüfungsmessungen müssen dieselben Quellen verwendet werden.
- Die Quellen sollten die passenden Alarme während der Vorprüfungsmessungen auslösen.
- Bei der Verifizierung von Identifizierungen sollte die Totzeit klein sein (z. B. kleiner als 5 %) um Pile-Up-Effekte zu vermeiden.

Die Vorprüfungs-, Zwischenprüfungs- und Nachprüfungsmessungen müssen wie folgt an dem zu prüfenden Gerät durchgeführt werden.

4.10.2 Vorprüfungsmessungen

- a) Der SPRD wird in Prüfposition gleichzeitig einem Gammastrahlungsfeld einer ^{241}Am - und einer ^{60}Co -Quelle ausgesetzt. Die Quellenpositionen müssen markiert oder anderweitig notiert werden, um die Wiederholbarkeit für die Zwischen- und die Nachprüfungsmessungen sicherzustellen.
- b) Es sind 10 Gammastrahlungsablesungen (z. B. Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen, Expositionsraten, Zählraten) bei Anwesenheit der Quelle(n) zu protokollieren, um den Mittelwert und die Standardabweichung zu ermitteln. Die Dauer zwischen den Ablesungen sollte mindestens 1 s betragen. Die Dauer zwischen den Ablesungen muss lange genug sein, um die Unabhängigkeit der Ablesungen sicherzustellen. Die gewählte Dauer zwischen den Ablesungen ist abhängig von der Integrationszeit des SPRDs und der Aktualisierungszeit der angezeigten Antwort.

- c) Der Mittelwert $\bar{x}_{pre}$ und die Standardabweichung s_{pre} der Zählraten- oder der Umgebungs-Äquivalentdosisleistungsablesungen werden berechnet.
- d) Der Variationskoeffizient wird berechnet und es wird verifiziert, dass er $\leq 12\%$ ist. Wenn der Wert größer als 12% ist, wird das Strahlungsfeld oder die Anzahl der Ablesungen angepasst wie in 4.4 beschrieben.
- e) Eine Serie von 10 Radionuklididentifizierungen mit ^{241}Am und ^{60}Co wird durchgeführt. Die Identifizierungsergebnisse werden dokumentiert. Mindestens ein Spektrum der Serie aus 10 Versuchen wird aufgenommen.
- f) Die Auslösung des Gammaalarms wird durch Erhöhung des Strahlungsfelds über die Gamma-Alarmschwelle verifiziert. Die Quellen werden entfernt.
- g) Falls anwendbar, wird mit Hilfe einer Neutronenquelle die Auslösung des Neutronenalarms durch Erhöhung des Strahlungsfelds über die Neutronen-Alarmschwelle verifiziert. Die Neutronenquelle wird entfernt.

4.10.3 Zwischenprüfungsmessungen

- h) Wenn die Zwischenprüfungsmessung ohne Quellen durchgeführt wird, wird der SPRD beobachtet, um zu überprüfen, dass keine Alarme oder falsche Anzeigen durch eine Einflussgröße (z. B. Temperatur, Feuchte, Hochfrequenz, Stoß, Vibration) erzeugt werden, weil die Ablesungen große Schwankungen zeigen können.
- i) Wenn die Zwischenprüfungsmessung mit Quellen durchgeführt wird, wird jede Prüfquelle an der gleichen Stelle wie bei der Vorprüfungsmessung positioniert.
- j) Bei Prüfung mit Quelle(n) muss die gleiche Anzahl an Ablesungen wie in der Vorprüfungsmessung protokolliert werden (z. B. Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen, Expositionsraten, Zählraten).
- k) Eine Serie von 10 Radionuklididentifizierungen mit ^{241}Am und ^{60}Co wird durchgeführt. Die Identifizierungsergebnisse werden dokumentiert. Mindestens ein Spektrum der Serie aus 10 Versuchen wird aufgenommen.
- l) Das Strahlungsfeld wird über die Gamma-Alarmschwelle erhöht, um die Aktivierung des Gammaalarms zu verifizieren. Die Gammaquellen werden entfernt.
- m) Falls anwendbar, wird die Auslösung des Neutronenalarms durch Erhöhung des Strahlungsfelds über die Neutronen-Alarmschwelle verifiziert. Die Neutronenquelle wird entfernt.
- n) Der Mittelwert $\bar{x}_{int}$ und die Standardabweichung s_{int} der Zählraten- oder der Umgebungs-Äquivalentdosisleistungsablesungen sowie t_1 und t_2 nach 4.10.4 werden berechnet.

4.10.4 Nachprüfungsmessungen

- o) Jede Prüfquelle wird an derselben Position wie bei der Vorprüfungsmessung positioniert.
- p) Bei Prüfung mit Quelle(n) ist die gleiche Anzahl an Ablesungen wie in der Vorprüfungsmessung zu protokollieren (z. B. Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen, Expositionsraten, Zählraten).
- q) Eine Serie von 10 Radionuklididentifizierungen mit ^{241}Am und ^{60}Co wird durchgeführt. Die Identifizierungsergebnisse werden dokumentiert. Mindestens ein Spektrum der Serie aus 10 Versuchen wird aufgenommen.
- r) Das Strahlungsfeld wird über die Gamma-Alarmschwelle erhöht, um die Aktivierung des Gammaalarms zu verifizieren. Die Gammaquellen werden entfernt.
- s) Falls anwendbar, wird die Auslösung des Neutronenalarms durch Erhöhung des Strahlungsfelds über die Neutronen-Alarmschwelle verifiziert. Die Neutronenquelle wird entfernt.
- t) Der Mittelwert $\bar{x}_{post}$ und die Standardabweichung s_{post} der Nachprüfungsablesungen werden berechnet.
- u) Das Folgende wird berechnet:

$$t_1 = \frac{\bar{x}_{post} - 0,85 \bar{x}_{pre}}{\sqrt{\frac{s_{post}^2}{N} + \frac{(0,85 s_{pre})^2}{N}}} \quad (2)$$

$$t_2 = \frac{\bar{x}_{\text{post}} - 1,15 \bar{x}_{\text{pre}}}{\sqrt{\frac{s_{\text{post}}^2}{N} + \frac{(1,15 s_{\text{pre}})^2}{N}}} \quad (3)$$

Dabei ist N die Anzahl der Ablesungen, die bei jeder der Vorprüfungs- und Nachprüfungsmessungen vorgenommen wurde, normalerweise gleich 10, sofern keine Erhöhung der Anzahl der Ablesungen erforderlich wurde.

Wenn $s_{\text{pre}} = s_{\text{post}} = 0$ sind, sind t_1 und t_2 nicht definiert; siehe Annahmebedingungen.

4.10.5 Annahmebedingungen

Die Ergebnisse der Messungen werden nach Tabelle 2 analysiert.

Tabelle 2 – Analyse der Prüfungsergebnisse

Abnahmeprüfung	Analysetechnik
Funktionalität	Die Auslösung des Alarms wird verifiziert, indem das Gamma- oder, falls anwendbar, das Neutronen-Strahlungsfeld über die Alarmschwelle erhöht wird. Die Ergebnisse sind annehmbar, wenn während der Prüfung ohne radioaktive Quellen keine unerwarteten Alarme oder Fehlanzeigen auftreten.
Identifizierungsergebnisse	Die Identifizierungsergebnisse sollten nicht von den Einflussgrößen beeinflusst werden. Die nach Tabelle 3 bewerteten Identifizierungsergebnisse der Nachprüfungsmessung müssen gleich oder besser als die aus der Vorprüfungsmessung sein.
Strahlungsantwort	Die Ergebnisse sind annehmbar, wenn die Änderungen in der Gammaantwort von der Vorprüfungsmessung zur Zwischenprüfungsmessung und/oder der Nachprüfungsmessung so sind, dass $t_1 \geq -0,86$ und $t_2 \leq 0,86$. Wenn $s_{\text{pre}} = s_{\text{post}} = 0$ sind, sind die Ergebnisse annehmbar, wenn die Änderungen der Gammaantwort zwischen der Vorprüfungsmessung, der Zwischenprüfungsmessung (falls anwendbar) und der Nachprüfungsmessung so sind, dass $\bar{x}_{\text{post}} \geq 0,85 \bar{x}_{\text{pre}}$ $\bar{x}_{\text{post}} \leq 1,15 \bar{x}_{\text{pre}}$ ist.

4.11 Anforderungen an das Strahlungsfeld

4.11.1 Neutronenmessungen

Neutronenmessungen sollten dort gemacht werden, wo der freie Raum um das Gerät und die Quelle herum allseitig mindestens 1 m beträgt. Das Gerät muss zentriert auf der Frontseite eines 30 cm × 30 cm × 15 cm messenden ICRU-Standardphantoms aus PMMA oder einem ähnlichen Kunststoff montiert werden (siehe ICRU-Berichte 39 und 47).

5 Allgemeine Anforderungen

5.1 Basisinformationen

5.1.1 Gelieferte Dokumentation

Der Hersteller muss Spezifikationen der Geräteleistung und Anweisungen für den Betrieb liefern.

5.1.2 Strahlungsdetektor

Der Hersteller muss Informationen liefern, die die verwendeten Strahlungsdetektortypen und ihre Abmessungen sowie die Positionen innerhalb des Geräts beschreiben (z. B. CsI(Tl), CLYC, ^3He , $^6\text{LiF/ZnS}$). Bei gasgefüllten Zählrohren muss der Hersteller den internen Druck angeben.

5.1.3 Messbereich – Photonen

Der effektive Messbereich der Photonenenergie muss vom Hersteller angegeben werden und sollte mindestens den Bereich von 60 keV (^{241}Am) bis 1,33 MeV (^{60}Co) einschließen. Der Hersteller muss den Messbereich für die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung angeben, der bei $0,1 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ beginnen sollte.

5.1.4 Aufwärmzeit

Der Hersteller muss die Zeit, die kleiner als 5 min sein muss, angeben, die erforderlich ist, bis das Gerät aus der Aus- und der Standby-Position ausgehend vollständig betriebsbereit ist. Dem Nutzer muss eine Anzeige geliefert werden falls das Gerät nicht vollständig betriebsbereit ist.

5.1.5 Batterien und Batterielebenszeit

Der Hersteller muss die ununterbrochene Betriebsdauer unter Standardbedingungen (funktions- und umgebungsabhängig) bei Verwendung des empfohlenen Batterietyps angeben, die ohne Alarm mindestens 16 h und unter Alarmbedingungen länger als 30 min sein muss.

Das Gerät muss mit einer Anzeige des Batterieladezustands ausgestattet sein. Die Meldung „Batterie schwach“ muss angezeigt werden, bevor die für den korrekten Betrieb erforderliche Minimalspannung erreicht wird.

5.1.6 Explosionsgefährdete Atmosphäre

Der Hersteller muss angeben, ob das Gerät für den Gebrauch in explosionsgefährdeten Bereichen zertifiziert ist oder nicht und für welche Kategorie. Falls ja, muss ein Nachweis der Zertifizierung vorgelegt werden. Die Zertifizierung sollte nach [IEC 60079-11](#) oder einer vergleichbaren Norm erfolgen (z. B. UL-913).

5.2 Mechanische Eigenschaften

5.2.1 Größe

Die Abmessungen des Geräts müssen vom Hersteller angegeben werden.

5.2.2 Masse

Die Masse muss vom Hersteller angegeben werden und sollte 400 g nicht überschreiten.

5.2.3 Gehäusekonstruktion

Der SPRD muss die Anforderungen für IP54 nach [IEC 62706](#) erfüllen. Es müssen Möglichkeiten für die sichere Befestigung des Geräts am Benutzer (z. B. eine Klammer oder ein Ring) unter Berücksichtigung der erforderlichen Ausrichtung von Detektor, Alarmtyp und Display vorhanden sein.

5.2.4 Kennzeichnung des Bezugspunkts

Das Gerät muss eine deutliche Markierung aufweisen, welche die Position des Bezugspunkts für Kalibrierung und Prüfzwecke anzeigt, oder dies muss im Gerätehandbuch beschrieben sein.

5.2.5 Bedienelemente

Bedienelemente müssen in geeigneter Weise geschützt sein, um eine unbeabsichtigte oder unberechtigte Betätigung zu verhindern.

5.3 Datenausgabe

Das Gerät muss in der Lage sein, Daten an andere Systeme wie z. B. an einen PC zu übertragen. Die Ausgabedatei muss mindestens enthalten:

- Datum und Uhrzeit der Messung;
- Anzeige der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung;
- Anzeige der Neutronenzählrate (falls zutreffend);
- Alarmtyp (Gamma- und/oder, soweit zutreffend, Neutronenstrahlung, persönlicher Schutz);
- Energiekalibrierung;
- identifizierte Radionuklide;
- Photonenspektren.

Die Datenausgabe muss die in IEC 62755 gelisteten Anforderungen erfüllen. Der Hersteller muss Informationen angeben, wie diese Daten an ein externes Gerät übertragen werden.

5.4 Benutzeranzeige

Das Display muss bei niedrigem Umgebungslichtpegel ($< 150 \text{ lx}$) und bei hohem Umgebungslichtpegel ($> 10\,000 \text{ lx}$) ablesbar sein.

- a) Folgendes muss angezeigt werden:
- Gammarate (Zählrate oder Umgebungs-Äquivalentdosisleistung)
 - Gammaalarm (optisch und/oder akustisch und optional Vibration)
 - Neutronenalarm (optisch und/oder akustisch und optional Vibration)
 - Personenschutzalarm (optisch und/oder akustisch)
 - Ergebnisse der Radionuklididentifizierung
- b) Folgendes sollte angezeigt werden:
- Neutronenzählrate (falls zutreffend);
 - Stärke des Strahlungsfelds versus Zeit

5.5 Beschriftungen

Alle äußeren Bedienelemente, Anzeigen und Einstellfunktionen müssen entsprechend ihrer Funktion gekennzeichnet sein. Externe Beschriftungen müssen unter normalen Gebrauchsbedingungen leicht lesbar und dauerhaft angebracht sein. Die folgenden Markierungen müssen an der Außenseite des Geräts angebracht sein:

- Hersteller und Modellnummer;
- eindeutige Seriennummer;
- Funktionskennzeichnung der Bedienelemente, Schalter und Einstellfunktionen, die nicht über Menü oder Software gesteuert sind.

5.6 Alarme

5.6.1 Alarmanzeige

Ein Nachweisalarm für Strahlenquellen muss ausgelöst werden, wenn die gemessene Umgebungs-Äquivalentdosisleistung oder Zählrate über der für die Quellenanzeige geltenden Alarmschwelle liegt. Diese Alarmschwelle muss vom Gerät automatisch berechnet werden. Wenn der SPRD mit Neutronendetektion ausgestattet ist, muss der Neutronenalarm sich vom Gammaalarm unterscheiden.

Die Frequenz eines akustischen Alarms muss im Bereich von 1 kHz bis 4 kHz liegen. Der A-bewertete Alarmpegel in einem Abstand von 30 cm von der Alarmquelle muss mindestens 85 dB(A) betragen und darf 100 dB(A) nicht übersteigen. Wenn ein unterbrochener Alarm bereitgestellt wird, darf der Signalabstand nicht größer als 2 s sein.

Wenn der akustische Alarm deaktiviert werden kann, muss der SPRD einen optischen Alarm geben und kann einen Vibrationsalarm haben. Es darf nicht möglich sein, alle Alarme gleichzeitig zu deaktivieren.

5.6.2 Personenschutzalarm

Der Personenschutzalarm muss von den anderen Alarmen unterscheidbar sein. Der Personenschutzalarm muss sowohl optisch als auch akustisch sein. Der Alarm muss vom Benutzer „bestätigt“ werden. Es darf nicht möglich sein, alle Personenschutzalarmanzeigen gleichzeitig abzustellen.

5.6.3 Akustische Signalrate als Suchhilfe

Um die Lokalisierung von Strahlenquellen zu erleichtern, kann ein akustisches Signal mit einer Wiederholrate und/oder -frequenz vorhanden sein, die mit ansteigendem Strahlungspegel zunimmt.

6 Anforderungen bezüglich des Strahlungsnachweises

6.1 Fehlalarmrate

6.1.1 Anforderungen

Wenn in einem Bereich mit stabilem Untergrund (nur natürliche Schwankungen) bei den in [Tabelle 1](#) festgelegten Pegeln geprüft wird, muss die Fehlalarmrate kleiner als 1 Alarm in einer Zeitspanne von 1 h sein.

6.1.2 Prüfverfahren

Der SPRD muss bei Untergrundstrahlungspegel für 8 h beobachtet werden. Die Anzahl der Gammafehlalarme und -identifizierungen darf während dieser Zeitspanne jeweils nicht mehr als 3 sein.

ANMERKUNG Dies entspricht einer 95%-igen einseitigen oberen Vertrauensgrenze von 1 Fehlalarm in 1 h bei einer Poisson-Verteilung.

Wenn der SPRD Neutronendetektionsfähigkeiten hat, gilt dieselbe maximale Anzahl für die Neutronenfehlalarme.

6.2 Gammaalarm

6.2.1 Anforderungen

Der SPRD muss innerhalb von 2 s nachdem er einer Zunahme des Umgebungs-Äquivalentdosisleistungspegels von $0,5 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ (– 0 %, + 20 %) über dem Untergrund für ^{241}Am -, ^{137}Cs - und ^{60}Co -Quellen ausgesetzt wurde, einen Alarm auslösen, wenn er sich mit einer Geschwindigkeit von $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (± 10 %) bewegt und der Abstand nächster Annäherung 1,5 m beträgt.