

**DIN EN 62484
(VDE 0493-3-5)**
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 2018-09-20

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 62484
(VDE 0493-3-5):2016-06

Entwurf

**Strahlenschutz-Messgeräte –
Auf Spektroskopie basierende Portalmonitore für den Nachweis und die
Identifikation des unerlaubten Handels mit radioaktiven Stoffen
(IEC 45B/898/CD:2018); Text Deutsch und Englisch**

Radiation protection instrumentation –
Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification of illicit trafficking
of radioactive material
(IEC 45B/898/CD:2018); Text in German and English

Instrumentation pour la radioprotection –
Moniteurs spectroscopiques pour portiques d'accès utilisés pour la détection et l'identification
du trafic illicite des matières radioactives
(IEC 45B/898/CD:2018); Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-07-20 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 76 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich und Zweck	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe, Abkürzungen, Größen und Einheiten	9
3.1 Begriffe	9
3.2 Abkürzungen	11
3.3 Größen und Einheiten	13
4 Anforderungen an die Konstruktion.....	13
4.1 Allgemeine Anforderungen	13
4.1.1 Fußgängermonitor	14
4.1.2 Straßenfahrzeuge (einschließlich auf der Straße beförderter Container)	14
4.1.3 Schienenfahrzeugmonitor (einschließlich auf der Schiene beförderter Container)	15
4.1.4 Paketmonitor (oder Förderanlagenmonitor)	15
4.2 Technische Konfiguration	15
4.3 Angaben zur spektralen Identifikation und zur Zählrate	16
4.4 Anzeigefunktionen	16
4.5 Belegungs- und Geschwindigkeitssensoren für Fahrzeugmonitore	17
4.6 Kennzeichnungen	17
4.7 Schutz von Schaltern	17
4.8 Energie- und Zählratenbereich	17
4.9 Kommunikationsprotokoll und Datenformat	17
4.10 Bedienoberfläche	17
4.10.1 Akustischer Alarm	17
4.10.2 Optische Anzeigen	18
4.10.3 Warnanzeigen	18
4.10.4 Grundlegende Anzeigen und Funktionen	18
4.10.5 Erweiterte Anzeigen und Funktionen	18
5 Allgemeine Prüfverfahren	19
5.1 Allgemeine Prüfbedingungen	19
5.1.1 Art der Prüfungen	19
5.1.2 Standardprüfbedingungen	19
5.1.3 Statistische Schwankungen	20
5.2 Referenzstrahlung für Alarmprüfungen	20
5.2.1 Gammastrahlungsquellen	20
5.2.2 Neutronenquelle	20

5.3	Alarmkategorien	20
5.4	Allgemeine Anforderungen an die Prüfung der Fähigkeit der Radionuklididentifizierung.....	21
5.5	Funktionsprüfung.....	22
5.5.1	Allgemeines.....	22
5.5.2	Messungen vor der Prüfung.....	22
5.5.3	Zwischenmessungen (während der Prüfung)	22
5.5.4	Messungen nach der Prüfung	23
6	Anforderungen an den Strahlungsnachweis	23
6.1	Fehlalarme	23
6.1.1	Anforderungen	23
6.1.2	Prüfverfahren	23
6.2	Nachweis von Gammastrahlung	24
6.2.1	Anforderungen	24
6.2.2	Prüfverfahren	24
6.3	Nachweis von Neutronenstrahlung, sofern vorgesehen	24
6.3.1	Anforderungen	24
6.3.2	Prüfverfahren	24
6.4	Anzeige der Bereichsüberschreitung	24
6.4.1	Anforderungen	24
6.4.2	Prüfverfahren	25
6.5	Nachweis von Neutronenstrahlung in einem hohen Gammafeld.....	25
6.5.1	Anforderungen	25
6.5.2	Prüfverfahren	25
6.6	Auswirkungen der Untergrundstrahlung	25
6.6.1	Anforderungen	25
6.6.2	Prüfverfahren	25
6.7	Radionukliderkennung	26
6.7.1	Radionuklidbibliothek und Kategorisierung der Identifizierung	26
6.7.2	Qualifizierung der Radionukliderkennung	26
6.7.3	Erkennung einzelner Radionuklide	27
6.7.4	Gleichzeitige Radionukliderkennung.....	28
6.7.5	Nicht in der Bibliothek enthaltene Radionuklide.....	28
7	Klimatische Anforderungen	30
7.1	Allgemeines.....	30
7.2	Umgebungstemperatur	30
7.2.1	Anforderungen	30
7.2.2	Prüfverfahren	30
7.3	Relative Luftfeuchte	31
7.3.1	Anforderungen	31

	Seite
7.3.2 Prüfverfahren.....	31
7.4 Staub- und Nässeschutz	31
7.4.1 Anforderungen.....	31
7.4.2 Prüfverfahren – Staub	31
7.4.3 Prüfverfahren – Nässe	32
7.5 Klimatische Beanspruchungsprüfung.....	32
7.5.1 Anforderung.....	32
7.5.2 Prüfverfahren.....	32
8 Mechanische Anforderungen	33
8.1 Schwingungen	33
8.1.1 Anforderungen.....	33
8.1.2 Prüfverfahren.....	33
8.2 Mikrophonie/Schlag	33
8.2.1 Anforderungen.....	33
8.2.2 Prüfverfahren.....	33
9 Elektrische und elektromagnetische Anforderungen.....	33
9.1 Elektrostatische Entladung (ESD)	33
9.1.1 Anforderungen.....	33
9.1.2 Prüfverfahren.....	34
9.2 Hochfrequenz (HF)	34
9.2.1 Anforderungen.....	34
9.2.2 Prüfverfahren.....	34
9.3 Abgestrahlte HF-Emissionen.....	34
9.3.1 Anforderungen.....	34
9.3.2 Prüfverfahren.....	35
9.4 Leitungsgeführte Störgrößen.....	35
9.4.1 Anforderungen.....	35
9.4.2 Prüfverfahren.....	35
9.5 Magnetfelder.....	36
9.5.1 Anforderungen.....	36
9.5.2 Prüfverfahren.....	36
9.6 Spannungsimpulse und gedämpfte Sinusschwingungen.....	36
9.6.1 Anforderungen.....	36
9.6.2 Prüfverfahren.....	36
9.7 Anforderungen an mit Wechselspannungsversorgung betriebene Ausrüstungen.....	37
9.7.1 Anforderungen.....	37
9.7.2 Prüfverfahren.....	37
10 Dokumentation	37
10.1 Betriebs- und Wartungshandbuch	37

10.2	Prüfbescheinigung	37
10.3	Konformitätserklärung	38
	Anhang A (informativ) Nachweis von Uranisotopen	39
	Literaturhinweise	40

Bilder

Bild 1	– Beispiel für ein zweiseitiges System	14
--------	--	----

Tabellen

Tabelle 1	– Standardprüfbedingungen	19
Tabelle 2	– Radionuklide und Stoffe für die Prüfung	21
Tabelle 3	– Auswertung der Prüfergebnisse	23
Tabelle 4	– Radionuklidbibliothek	26
Tabelle 5	– Geschwindigkeit von bewegten Quellen	27
Tabelle 6	– Beurteilungsabstände für verschiedene Anwendungen	27
Tabelle 7	– Anleitung bezüglich der Erkennungsleistung	29
Tabelle 8	– Liste wahrscheinlicher Tochternuklide und möglicher Beimengungen	30
Tabelle 9	– Grenzwerte für abgestrahlte HF-Emissionen	35
Tabelle A.1	– Leitlinie für Nachweis und Identifizierung von Uran	39

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45B/898/CD:2018 „Radiation protection instrumentation – Spectroscopy-based portal monitors used for the detection and identification 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 beigelegt. 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 den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN 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 62484 (VDE 0493-3-5):2016-06** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Harmonisierung der Norm mit den neueren Normen für den Nachweis unerlaubt transportierter radioaktiver Stoffe;
- Entwurf einer unformalisierten Funktionsprüfung für alle umgebungsbezogenen, elektromagnetischen und mechanischen Prüfungen sowie einer Anforderung bezüglich des Variationskoeffizienten für jeden Mittelwert der Ablesungen;
- bezüglich der umgebungsbezogenen, elektromagnetischen und mechanischen Prüfbedingungen Bezugnahme auf IEC 62706;
- Aufnahme von Angaben bezüglich klimatischer Beanspruchungen.

Strahlenschutz-Messgeräte – Auf Spektroskopie basierende Portalmonitore für den Nachweis und die Identifikation des unerlaubten Handels mit radioaktiven Stoffen

Einleitung

Unzulässiger wie auch unbeabsichtigter Transport von radioaktiven Stoffen sind zu einem Problem mit zunehmender Bedeutung geworden. Radioaktive Quellen, die nicht mehr der gesetzlichen Überwachung unterliegen, sogenannte „verwaiste Quellen“, haben häufig zu ernststen 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 Antwort auf die technische Politik der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA), der Weltzollorganisation (WCO) und der Internationalen kriminalpolizeilichen Organisation (Interpol) in Bezug auf den Nachweis und die Identifizierung von spaltbarem Nuklearmaterial und Entwicklungen in der Sicherheit entwickeln und produzieren Nuklearmessgerätefirmen Strahlungsmessgeräte zur Unterstützung des Nachweises des unerlaubten Transports von radioaktivem und spaltbarem Nuklearmaterial. Diese Art von Messgeräten wird häufig für Sicherheitszwecke in Nuklearanlagen, an Grenzübergängen und an internationalen Häfen und Flughäfen verwendet.

Trotzdem ist es zur Sicherstellung der Übereinstimmung von an verschiedenen Stellen gewonnenen Messergebnissen zwingend erforderlich, dass Strahlungsmessgeräte nach strengen Spezifikationen auf Basis von in Normen vereinbarten Leistungsanforderungen entwickelt werden. Mehrere IEC-Normen wurden entwickelt, um am Körper getragene, in der Hand gehaltene und Portalmessgeräte anzusprechen.

Art des Messgeräts	IEC-Nummer	Titel der Norm
Am Körper getragen	62401	Radiation protection instrumentation – Alarming Personal Radiation Devices (PRD) for 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
Tragbar oder in der Hand gehalten	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
Portal	62244	Radiation protection instrumentation – Installed radiation portal monitors (RPMs) for the detection of illicit trafficking of radioactive and nuclear materials
	62484	Radiation protection instrumentation – Spectrometric radiation portal monitors (SRPMs) 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

1 Anwendungsbereich und Zweck

Dieses Dokument legt die Leistungsanforderungen an fest installierte Monitore fest, die für den Nachweis und die Identifizierung von Gammastrahlungs-Emittern und den Nachweis von Neutronenstrahlungs-Emittern verwendet werden. Diese Monitore werden üblicherweise als spektrometrische Strahlungs-Portalmonitore oder SRPM (en: spectrometric radiation portal monitors) bezeichnet. Sie werden zur Überwachung von Fahrzeugen, Frachtcontainern, Personen oder Paketen verwendet und sind üblicherweise an nationalen und internationalen Grenzübergängen und Einfuhrhäfen stationiert. Spektrometrische Strahlungs-Portalmonitore können an jedem Ort eingesetzt werden, an dem diese Art von Überwachung erforderlich ist.

Dieses Dokument legt die allgemeinen, radiologischen, klimatischen, mechanischen, elektrischen und elektromagnetischen Anforderungen sowie die Anforderungen an die Dokumentation und die zugehörigen Prüfverfahren fest.

Dieses Dokument gilt nicht für die Leistung von nicht spektroskopischen Portalmonitoren, die in IEC 62244 behandelt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 395: Nuclear instrumentation: Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

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

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

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

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-5, *Environmental testing – Part 2-5: Tests – Test S: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing and weathering*

IEC 60068-2-18, *Environmental testing – Part 2-18: Tests – Test R and guidance: Water*

IEC 60068-2-66, *Environmental testing – Part 2-66: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

IEC 60068-2-68, *Environmental testing – Part 2-68: Tests – Test L: Dust and sand*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61187, *Electrical and electronic equipment – Documentation*

IAEA-TECDOC-1311, *Prevention of the inadvertent movement and illicit trafficking of radioactive materials*

3 Begriffe, Abkürzungen, 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: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1.1

akzeptable Identifizierung

richtige Identifizierung

(en: acceptable (or correct) identification)

wenn ein Monitor das/die vorhandene/n Radionuklid/e erkennt

3.1.2

Alarm

(en: alarm)

akustisches, optisches oder anderes Signal, das aktiviert wird, wenn die Instrumentenanzeige einen voreingestellten Wert übersteigt, aus einem voreingestellten Bereich wandert oder wenn das Gerät das Vorhandensein einer Strahlungsquelle entsprechend einer voreingestellten Bedingung erkennt und/oder identifiziert

3.1.3

Alarmkriterien

(en: alarm criteria)

Bedingungen, die einen Alarm des Monitors auslösen

3.1.4

Variationskoeffizient

(en: coefficient of variation)

statistisches Maß für die Streuung von Datenpunkten in einer Datenreihe um den Mittelwert dieser Datenpunkte

$$\text{COV}\% = \frac{s}{\bar{x}} \times 100$$

Dabei ist

s Standardabweichung;

$\bar{x}$ Mittelwert.

3.1.5

Vertrauensanzeige

(en: confidence indication)

vom Monitor ausgegebene Anzeige über die Zuverlässigkeit der durchgeführten Radionuklid-Identifizierung

3.1.6

Detektoranordnung

(en: detection assembly)

Komponente des spektrometrischen Strahlungs-Portalmonitors, die die Detektoren und zugehörigen elektronischen Geräte enthält

3.1.7

Nachweiszone

(en: detection zone)

Ort, an dem von einem Gegenstand oder einer überwachten Person emittierte Strahlung durch die Detektoranordnung(en) nachgewiesen werden kann

ANMERKUNG Bei zweiseitigen spektrometrischen Strahlungs-Portalmonitoren befindet sich die Nachweiszone zwischen den Detektoranordnungen; bei einseitigen spektrometrischen Strahlungs-Portalmonitoren grenzt die Nachweiszone an die Vorderseite der Detektoranordnung an.

3.1.8

Beurteilungsabstand

(en: evaluation distances)

Abstand zwischen einer Beurteilungsprüfquelle und der äußeren Oberfläche der Detektoranordnung(en), die der Nachweiszone zugewandt ist/sind (siehe [Bild 1](#))

3.1.9

Fehlalarm

(en: false alarm)

Alarm, der nicht durch eine über die Untergrundstrahlung hinausgehende Zunahme des Strahlungspegels ausgelöst wird

3.1.10

Fehlidentifizierung

(en: false identification)

fehlerhafte Interpretierung der von einem System gemessenen Daten, die zu einer falschen Identifizierung eines Radionuklids/von Radionukliden oder Isotopen aller vorhandenen Radionuklide führt

3.1.11

Livetime

(en: live time)

Zeitspanne, während der eine Detektoranordnung für das Eingangssignal empfindlich ist

3.1.12

Hersteller

(en: manufacturer)

schließt den Entwickler der Anlage ein

3.1.13

Belegung

(en: occupancy)

wenn sich ein Objekt, z. B. eine Person, ein Fahrzeug, ein Paket oder ein Container in der Nachweiszone befindet

3.1.14

externes Gerät

(en: peripheral device)

jedes an das System angeschlossene Gerät mit Ausnahme von Detektor oder Detektoranordnung, das für den Betrieb nicht erforderlich ist

3.1.15

radioaktives Material

(en: radioactive material)

im Sinne dieser Norm beinhalten radioaktive Materialien spaltbares Nuklearmaterial und alle radioaktiven Quellen, soweit nichts anderes angegeben ist

3.1.16

Bezugspunkt einer Anordnung

(en: reference point of an assembly)

physische Markierung auf einem Teil der Einrichtung oder der Anordnung, die dazu benutzt wird, eine Quelle an einem Punkt zu positionieren, für den der richtige Wert der zu messenden Größe bekannt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Für dieses Dokument kann die physische Markierung dazu benutzt werden, zu identifizieren, wo eine Quelle positioniert ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zwei verschiedene physische Markierungen könnten zur Identifizierung von Positionen für Neutronen- und Gammastrahlung benutzt werden.

3.1.17

Messdauer

(en: run time)

Dauer (d. h. abgelaufene Zeit) der Erfassung des Spektrums oder anderer Daten

3.1.18

statischer Modus

(en: static mode)

wenn sich das zu überwachende Objekt für die Dauer der Überwachung innerhalb der Nachweiszone nicht bewegt

3.1.19

transienter Modus

(en: transient mode)

wenn sich das zu überwachende Objekt durch die Nachweiszone bewegt

3.1.20

Typprüfung

(en: type test)

Konformitätsprüfung an einem oder mehreren für die Produktion repräsentativen Mustern

3.2 Abkürzungen

3.2.1

COV

(en: coefficient of variation)

Variationskoeffizient

3.2.2

ESD

(en: electrostatic discharge)

elektrostatische Entladung

3.2.3

DU

(en: depleted uranium)

abgereichertes Uran

3.2.4

HEU

(en: highly enriched uranium)

hoch angereichertes Uran

3.2.5

HDPE

(en: high density polyethylene)
hochdichtes Polyethylen

3.2.6

IAEA

(en: International Atomic Energy Agency)
Internationale Atomenergiebehörde

3.2.7

IP

(en: international protection marking)
internationale Kennzeichnung der Schutzart – Grad des durch Gehäuse gebotenen Schutzes

3.2.8

LEU

(en: low enriched uranium)
schwach angereichertes Uran

3.2.9

NORM

(en: naturally occurring radioactive material)
natürlich vorkommendes radioaktives Material

3.2.10

PMMA

(en: polymethyl methacrylate)
Polymethylmethacrylat

3.2.11

HF

(en: RF; radio frequency)
Hochfrequenz

3.2.12

RH

(en: relative humidity)
relative Luftfeuchte

3.2.13

SNM

(en: special nuclear material)
spaltbares Nuklearmaterial

3.2.14

SRPM

(en: spectrometric radiation portal monitor)
spektrometrischer Strahlungs-Portalmonitor

3.2.15

WGPu

(en: weapons grade plutonium)
waffenfähiges Plutonium

3.3 Größen und Einheiten

Im vorliegenden Dokument werden Einheiten des Internationalen Einheitensystems (SI) verwendet¹⁾. Die Definitionen der Strahlungsgrößen sind in IEC 60050-395 angegeben.

Die folgenden Einheiten dürfen ebenfalls verwendet werden:

- für Energie: Elektronenvolt Einheitenzeichen: eV), $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- für Zeitangaben: Jahre (Einheitenzeichen: a), Tage (Einheitenzeichen: d), Stunden (Einheitenzeichen: h), Minuten (Einheitenzeichen: 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, sofern zweckmäßig.

4 Anforderungen an die Konstruktion

4.1 Allgemeine Anforderungen

Die in dieser Norm behandelten Geräte müssen das Vorhandensein von Gammastrahlung emittierenden Quellen nachweisen, (ein) Gammastrahlung emittierende(s) Radionuklid(e) identifizieren und dürfen Neutronenquellen in Objekten, Containern, Fahrzeugen oder von Fußgängern oder von diesen mitgeführten Gegenständen nachweisen.

Eine Anzeige muss vorgesehen sein, wenn die Messergebnisse des Nachweissystems eine Alarm- oder voreingestellte Bedingung überschreiten (vom Nutzer für den Strahlungspegel oder das Identifizierungsergebnis auswählbar). Die Messung erfolgt, während das Objekt die Nachweiszone durchläuft oder sich statisch in der Nachweiszone befindet, wobei der Nutzer kontrollierte Untersuchungen des Objekts vornimmt (d. h. die Messzeit eingibt und/oder die Messung startet, um ein Spektrum zu erhalten).

Durchgangsgeschwindigkeiten für Prüfungen im transienten Modus sind in jedem anwendbaren Abschnitt angegeben und sind in [Tabelle 1](#) zusammengefasst. Nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde dürfen auch Sonderprüfungen mit anderen Geschwindigkeiten durchgeführt werden. Der Hersteller muss die für Messungen im statischen Modus erforderliche Zeit angeben.

Die Monitore müssen in der Lage sein, unabhängig von einem externen Gerät oder einer separaten Gegenstelle zu arbeiten, und dürfen von Funktionsstörungen eines externen Geräts nicht beeinträchtigt werden.

Entsprechend seiner Anwendung wird ein SRPM wie folgt klassifiziert:

- als Fußgängermonitor;
- als Fahrzeugmonitor (einschließlich solcher für Container-Fahrzeuge);
- als Schienenfahrzeugmonitor; und
- als Paketmonitor (d. h. für Förderanlagen).

Die Nachweiszone ist der Bereich, der an eine einseitige Detektoranordnung angrenzt oder sich zwischen zwei oder mehr Detektoranordnungen befindet, und in dem die Strahlungsmessung durchgeführt wird ([Bild 1](#)). Die Größe der Nachweiszone ergibt sich aus der Geräteklasse. Wenn ein Monitor zu zwei oder mehr Geräteklassen gehört, muss seine Nachweiszone für jede dieser Klassen geeignet sein. Die Nachweiszone muss so groß sein, dass die Überwachung aller Objekte, die durch die Nachweiszone bewegt werden könnten, sichergestellt ist. Der Hersteller muss die Klassifizierung(en) der SRPM, für die die in dieser Norm genannten Anforderungen erfüllt sind, angeben.

Der Monitor muss die Leistungsanforderungen dieser Norm erfüllen, wenn er so wie bei der Prüfung installiert wird. Betriebsbedingungen wie z. B. Detektorabstand (Abstand zwischen einander gegenüberliegenden Detektoranordnungen) und Untergrundstrahlung müssen berücksichtigt werden, wenn der Monitor installiert

¹⁾ International Bureau of Weights and Measures: The International System of Units, 8th edition, 2006..

wird. Der Hersteller muss den Abstand und den Untergrundpegel angeben, bei denen der Monitor diese Norm erfüllt. Falls der vom Hersteller angegebene Abstand sich von dem in dieser Norm geforderten Abstand unterscheidet, sollte die Prüfung mit dem vom Hersteller angegebenen Abstand durchgeführt werden.

Es ist wichtig, dass die Person oder das Fahrzeug, die/das einen Alarm ausgelöst hat, identifiziert werden kann. Der Alarm sollte innerhalb einer Zeitspanne erzeugt werden, die sicherstellt, dass das Objekt, das einen Alarm ausgelöst hat, identifiziert werden kann. Das ist dann von Bedeutung, wenn komplexe Algorithmen angewendet werden, für die eine begrenzte Bearbeitungszeit benötigt wird. Dies wird umso wichtiger, wenn ein konstanter Verkehrsstrom (d. h. Fußgänger) überwacht wird.

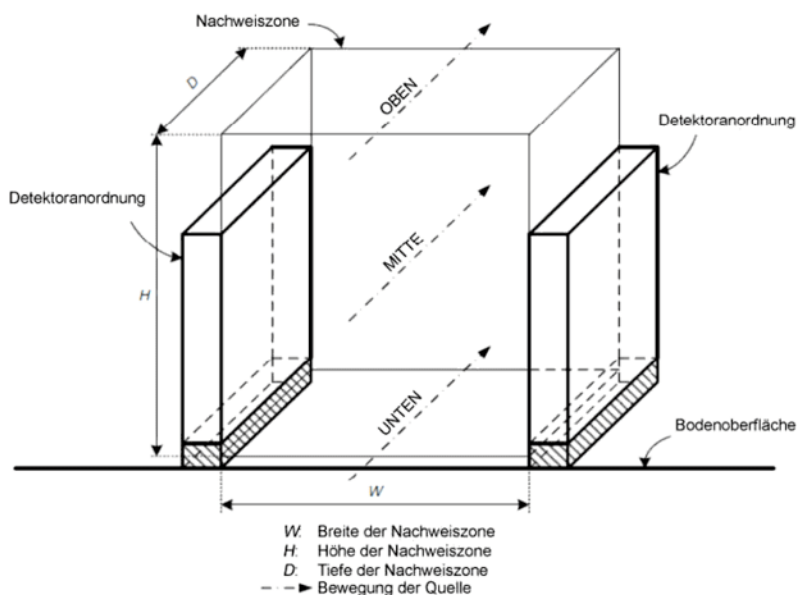


Bild 1 – Beispiel für ein zweiseitiges System

4.1.1 Fußgängermonitor

Fußgänger-SRPMs müssen über eine Nachweiszone verfügen, die sicherstellt, dass Personen überwacht werden. Die Höhe der Nachweiszone muss für Prüfzwecke von 0,05 m bis 2 m über der Boden- oder Fußbodenoberfläche reichen. Fußgänger-SRPMs dürfen mit einer einzigen Detektoranordnung (einseitige Konfiguration) oder mit mehreren einander direkt gegenüberstehenden Detektoranordnungen (zweiseitige Konfiguration) arbeiten. Die Prüfhöhen beim waagerechten Passieren einer Quelle durch die Nachweiszone sind 2 m (oben), 1 m (in der Mitte) und 0,05 m (unten) von der Bodenoberfläche. Wenn die Höhe durch den Rahmen des SRPM begrenzt ist, darf die obere Prüfhöhe von 2 m so angepasst werden, dass das Passieren der Prüfquellen durch die Nachweiszone ermöglicht wird.

Die Passiergeschwindigkeit für Prüfzwecke muss $(1,2 \pm 0,12)$ m/s betragen. Die Breite zwischen den Oberflächen der Detektoranordnung muss für Prüfzwecke $(1,0 \pm 0,02)$ m bei zweiseitigen Portalmonitoren betragen, oder es ist die feste Breite des zusammengebauten SRPM zu verwenden. Bei der Prüfung von einseitigen Fußgänger-SRPMs muss der Prüfabstand der Quelle $(1,0 \pm 0,02)$ m betragen, was dem Ende der Nachweiszone entspricht, das am weitesten von der Detektoranordnung entfernt ist.

4.1.2 Straßenfahrzeuge (einschließlich auf der Straße beförderter Container)

SRPMs für Straßenfahrzeuge müssen eine Nachweiszone aufweisen, die sicherstellt, dass das gesamte Fahrzeug, einschließlich eines Fahrzeugs mit (einem) angekoppelten Anhänger(n), während der Passage überwacht wird. Das Überwachungssystem muss zweiseitig sein.

Die Höhe der Nachweiszone muss für Prüfzwecke von 0,2 m bis 4,5 m über der Boden- oder Straßenoberfläche reichen. Die Prüfhöhen beim waagerechten Passieren einer Quelle durch die Nachweiszone sind 4,5 m (oben), 2,25 m (in der Mitte) und 0,2 m (unten) von der Bodenoberfläche. Die Passiergeschwindigkeit

für Prüfzwecke muss $(8 \pm 0,8)$ km/h betragen. Die Breite der Nachweiszone für Prüfzwecke beträgt $5,0 \pm 0,1$ m.

4.1.3 Schienenfahrzeugmonitor (einschließlich auf der Schiene beförderter Container)

SRPMs für Schienenfahrzeuge müssen zweiseitig sein. Die Höhe der Nachweiszone für Prüfzwecke muss von 0,3 m bis 6 m über dem Boden reichen. Die Prüfhöhen beim waagerechten Passieren einer Quelle durch die Nachweiszone sind 6 m (oben), 3 m (in der Mitte) und 0,3 m (unten) von der Bodenoberfläche. Die Passiergeschwindigkeit für Prüfzwecke muss $(8 \pm 0,8)$ km/h betragen. Die Breite der Nachweiszone für Prüfzwecke beträgt $(6,0 \pm 0,1)$ m.

SRPMs für Schienenfahrzeuge sollten in der Lage sein, einen einzelnen Waggon zu identifizieren, wenn während der Überwachung eines aus mehreren Waggonen bestehenden Zuges ein Alarm auftritt.

4.1.4 Paketmonitor (oder Förderanlagenmonitor)

SRPMs für Förderanlagen müssen eine Nachweiszone aufweisen, die sicherstellt, dass Gegenstände, die durch die Nachweiszone bewegt werden, überwacht werden. Sie dürfen eine einzelne Detektoranordnung oder mehrere Detektoranordnungen mit Detektoren oberhalb, unterhalb und/oder an der/den Seite(n) der Nachweiszone benutzen. Bei einseitigen SRPMs für Förderanlagen grenzt die Nachweiszone an die Detektoranordnung an. Bei SRPMs für Förderanlagen mit mehreren Detektoren befindet sich die Nachweiszone zwischen den Detektoranordnungen.

Beim Prüfen von einseitigen SRPMs für Förderanlagen muss der Abstand der Prüfquelle von der Oberfläche der Detektoranordnung 1 m betragen. Für SRPMs für Förderanlagen mit mehreren Detektoren muss die Quelle durch die Mitte des Bereichs zwischen den Detektoranordnungen laufen. Die Passiergeschwindigkeit für Prüfzwecke muss $(1 \pm 0,1)$ m/s betragen.

4.2 Technische Konfiguration

Ein SRPM darf als System aus einer oder mehreren Detektoranordnungen ausgelegt sein, die an einen Systemregler angrenzen oder sich in einem bestimmten Abstand zu diesem befinden. Eine Detektoranordnung darf aus einem einzigen oder mehreren in ein Schutzgehäuse eingebauten Detektor(en) bestehen.

Die Detektoranordnungen müssen so ausgelegt sein, dass sie unter allen am Einbauort zu erwartenden Wetterbedingungen betrieben werden können, einschließlich solcher Bedingungen wie Temperatur, Feuchte, Regen, Blitz, Wind, Sonnenlicht, Schimmel und Bewuchs (Flora), sowie invasiven Insekten oder Nagern (Fauna). Das/die Gehäuse von für den Außeneinsatz vorgesehenen Anordnungen sollten so ausgelegt sein, dass sie bei längerem Gebrauch unter diesen Bedingungen keinen Schaden nehmen. Lüftungsöffnungen dürfen an den Detektoranordnungen verwendet werden, um den Luftstrom zuzulassen. Wenn sie genutzt werden, sollten Lüftungstechniken entsprechend den IP-Anforderungen oder den zu erwartenden Bedingungen am Verwendungsort ein Eindringen von Feuchte, Staub oder invasiven Insekten verhindern.

ANMERKUNG Bezüglich der Wirkungen einer klimatischen Langzeitexposition gegenüber Feuchte wurden Beobachtungen gemacht. In [Abschnitt 7](#) ist eine vorgeschlagene Typprüfung vorgeschlagen, die aber nur als Anleitung dient.

Die Detektoranordnungen für die Überwachung von Straßen- und Schienenfahrzeugen sind möglicherweise Erschütterungen ausgesetzt, die von vorbeifahrenden schweren Fahrzeugen herrühren. Montagetechniken (d. h. Betonfundamente), die in diesem Dokument nicht behandelt werden, müssen so konstruiert werden, dass die Übertragung von Schwingungen und Stößen auf die Detektoranordnungen auf ein Mindestmaß verringert wird.

Regler und Einstellungen, die die Kalibrierung und Alarmeinstellungen beeinflussen, müssen so gestaltet sein, dass der Zugang dazu auf berechtigte Personen begrenzt ist.

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit die Prüfung der optischen und/oder akustischen Warnanzeigen ohne die Verwendung von Strahlungsquellen ermöglicht wird.

Der SRPM muss in der Lage sein, den Betriebszustand, einschließlich beispielsweise eines Stromausfalls, einer geringen Zählrate, einer hohen Zählrate, einer instabilen Zählrate oder sonstige elektronische Fehler für jeden Detektor anzuzeigen.

4.3 Angaben zur spektralen Identifikation und zur Zählrate

Eine Anzeige des Gammaskpektrums ist während des Routinebetriebs nicht erforderlich. Die Anzeige des Spektrums muss durch Handlungen des Nutzers, die vom Hersteller festgelegt sind, zur Verfügung stehen.

Der Monitor muss in der Lage sein, 100 Alarmdatensätze intern zu speichern, wobei ein Verfahren anzuwenden ist, das im Falle eines Stromausfalls Datenverlust verhindert. Alle Alarmdatensätze müssen Informationen zu Erfassungs- und Identifizierungsergebnissen enthalten, einschließlich:

- unverarbeitetes Spektrum (Spektren für Systeme mit mehreren Detektoren);
- Uhrzeit und Datum;
- Messzeit und Livetime;
- identifizierte Radionuklide und Kategorien;
- Belegungszeit (wenn Belegungssensoren verwendet werden) oder Datenerfassungszeit (wenn keine Belegungssensoren verwendet werden);
- Passiergeschwindigkeit (falls zutreffend);
- Monitorbezeichnung;
- Alarmbedingung (Gamma- und/oder Neutronenalarm);
- Untergrundpegel (Gamma- und Neutronenzählrate sowie Spektrum);
- Gammazählrate während der Messung;
- Neutronenzählrate während der Messung;
- Videoaufzeichnung oder Bild (z. B. Foto, Autokennzeichen/Registrierungsnummer des Fahrzeugs), falls vorhanden.

SRPMs müssen in der Lage sein,

- Messdaten von mindestens 3 h oder 1 000 vollständige Belegungsdatensätze sind intern mit einem Verfahren zu speichern, das im Falle eines Stromausfalls einen Datenverlust verhindert;
- der zeitliche Verlauf von Gamma- und Neutronenzählraten ist intern oder auf einem externen Gerät anzuzeigen;
- Identifizierungsmessungen sind an einem Objekt durchzuführen, das sich statisch in der Nachweiszone befindet. Diese Auswahl des statischen oder transienten Modus muss vom Nutzer wählbar sein. Die empfohlene Messdauer im statischen Modus muss vom Hersteller angegeben werden und vom Nutzer wählbar sein. Die größte auswählbare Messdauer ist zwischen Hersteller und Kunde zu vereinbaren.

Wenn ein Radionuklid während oder nach einer Messung, die einen Alarm ausgelöst hat, nicht identifiziert werden kann, muss eine Anzeige oder andere Meldung (d. h. „nicht identifiziert“, „unbekannt“) erfolgen.

Wenn bei der Identifizierung eines Radionuklids/von Radionukliden ein Vertrauenswert angezeigt wird, muss im Datensatz ein Vertrauenswert enthalten sein, und der Hersteller muss die Bedeutung des angezeigten Vertrauenswerts beschreiben.

4.4 Anzeigefunktionen

Der Monitor muss über eine Anzeige seines Betriebszustands und seines Alarmzustands verfügen und in der Lage sein, diese Signale an separate Gegenstellen zu übertragen. Der Nutzer muss in der Lage sein, die Sichtbarkeit der Zustandsanzeige auszuwählen.

Alle Alarmanzeigen müssen wie vom Nutzer festgelegt automatisch oder von Hand zurückgesetzt werden. Die Strahlungsalarmfunktion muss vom Nutzer auf der Grundlage der Zählrate, der Radionuklididentifizierung und/oder der Radionuklidkategorisierung ausgewählt werden können.

4.5 Belegungs- und Geschwindigkeitssensoren für Fahrzeugmonitore

Belegungs- und Geschwindigkeitssensoren:

- müssen in der Lage sein, das Vorhandensein eines Fahrzeugs zu erkennen und seine Geschwindigkeit abzuschätzen, anzuzeigen, ob ein Fahrzeug in der Nachweiszone anhält, und dürfen kein einzelnes Fahrzeug oder Objekt in der Nachweiszone mehr als einmal zählen;
- sollten in der Lage sein, bei gemischtem Verkehr, wie er beim vorgesehenen Einsatz zu erwarten ist (z. B. Pkw, Kleinlasten, Pritschenwagen, Busse, Lkw, Züge), zu funktionieren; und
- sollten unter allen in dieser Norm angegebenen Umgebungsbedingungen funktionieren.

Schienenmonitore sollten bei der Überwachung von langen Zügen in der Lage sein, den ungefähren Ort innerhalb des Zuges anzuzeigen, von dem ein Alarm ausgelöst wurde.

Für Prüfzwecke sollten SRPMs, die Sensoren für die Aktivierung einer Messung nutzen, in der Lage sein, eine vom Nutzer ausgewählte Anzahl von aufeinanderfolgenden Einzelmessungen automatisch durchzuführen, ohne den Sensor aktivieren zu müssen. Funktionsgrößen wie Belegungszeit und Intervall zwischen Belegungen müssen vom Nutzer wählbar sein.

4.6 Kennzeichnungen

Interne Bedienelemente müssen durch Kennzeichnungen auf den Platinen und/oder den einzelnen Bauteilen identifiziert und in den technischen Handbüchern bezeichnet sein.

Die Kennzeichnungen müssen unter üblichen Betriebsbedingungen dauerhaft angebracht werden.

Kennzeichnungen an der Außenseite müssen auf die unverwechselbare Seriennummer des Herstellers sowie Spannungs- und Stromanforderungen beschränkt sein.

4.7 Schutz von Schaltern

Schalter und sonstige Bedienelemente sollten so konstruiert sein, dass eine ordnungsgemäße Bedienung des SRPM sichergestellt ist und gleichzeitig eine unbeabsichtigte Schalterbetätigung verhindert wird.

4.8 Energie- und Zählratenbereich

Der Energiebereich für Gammastrahlung und der Bereich für die Messung der Gammazählrate sowie die Anzeige der Neutronenzählrate müssen vom Hersteller angegeben werden.

4.9 Kommunikationsprotokoll und Datenformat

SRPMs müssen Daten an ein externes Gerät wie z. B. einen Rechner übertragen können. Die Übertragung muss in einer allgemein verfügbaren Technologie wie Ethernet, USB, RS-232, WLAN oder RS-485 erfolgen.

Das Protokoll und das Format müssen im technischen Handbuch vollständig beschrieben werden und frei verfügbar sein. Das Datenformat muss auf IEC 62755, *Radiation protection instrumentation – Data format for radiation instruments used in the detection of illicit trafficking of radioactive materials*, beruhen.

4.10 Bedienoberfläche

4.10.1 Akustischer Alarm

Für alle in 4.10.3 angegebenen Alarme und für Systemausfälle müssen vom Nutzer wählbare akustische Alarme vorhanden sein. Der Nutzer muss die Möglichkeit zur Bestätigung von Alarmen haben.

4.10.2 Optische Anzeigen

Für alle in 4.10.1 angegebenen Alarme und für Systemausfälle müssen optische Anzeigen vorhanden sein.

Die angezeigten Informationen müssen Folgendes umfassen:

- Neutronenalarm;
- Gammaalarm;
- Radionuklidkategorisierung und -identifizierung;
- Nachweis ohne Radionuklididentifizierungsalarm;
- Objekt vorhanden, falls Belegungssensoren verwendet werden;
- Systemausfall;
- Systemzustand; und
- Betriebsart.

4.10.3 Warnanzeigen

Es müssen mindestens die folgenden Anzeigen an der Bedienoberfläche vorhanden sein.

- Änderungen der Untergrundstrahlung während der Nichtbelegung, die Einfluss auf die Gesamtempfindlichkeit des Monitors haben können;
- hohe oder niedrige Zählratenzustände des Detektors;
- Energiestabilisierung ungültig oder nicht annehmbar;
- Ausfall des Belegungssensors, falls Belegungssensoren verwendet werden;
- Anzeige für eine Bereichsüberschreitung (z. B. „hoher Untergrund“ oder „hohe Zählrate“);
- Ausfall der Netzstromversorgung;
- Detektorausfall;
- Störung der Kommunikation.

4.10.4 Grundlegende Anzeigen und Funktionen

Die folgenden Informationen und Steuerungen müssen für den geschulten Nutzer vorgesehen sein:

- Anzeige des Betriebszustands;
- Anzeige einer Alarmmeldung;
- Möglichkeit zur Alarmrückstellung; und
- Anzeige des/der erkannten Radionuklide(s) und Kategorien (vom Nutzer über erweiterten oder privilegierten Zugang wählbar).

4.10.5 Erweiterte Anzeigen und Funktionen

Die folgenden Informationen und Steuerungen müssen für den privilegierten Nutzer durch die Verwendung von Zugangskontrollen oder besonderen Befehlen vorgesehen sein:

- Zugang zu und Steuerung von Betriebsparametern (Radionuklidbibliothek, Alarmsteuerung);
- Zugang zu und Steuerung von Datenaufzeichnungsintervallen;
- Zugang zum Alarmverlauf;
- Zugang zu Spektren;
- Zugang zu Ergebnissen der Radionukliderkennung und Steuerung der zugrunde liegenden Anzeigefunktion;
- Zugang zum Belegungsdatensatz (falls Belegungssensoren verwendet werden);
- Zugang zu Fahrzeugfoto oder Videoaufzeichnung (falls vorhanden);

- Zugang zu Strahlungsprofilen (Daten des zeitlichen Verlaufs der Zählraten);
- Zugang zu Informationen über Untergrundstrahlung;
- Zugang zu Auswahlkriterien für Alarmer, einschließlich der Möglichkeit zur Auswahl spezieller Radionuklide;
- Zugang zu Statusanzeigekriterien, einschließlich der Möglichkeit zur Einstellung des Strahlungspegels für die Auslösung der Anzeige für hohe Zählrate;
- Zugang zu Energie- und/oder Effizienz-Kalibrierinformationen.

5 Allgemeine Prüfverfahren

5.1 Allgemeine Prüfbedingungen

5.1.1 Art der Prüfungen

Die Prüfungen in dieser Norm sind als Typprüfungen anzusehen, sofern nichts anderes angegeben ist. Die angegebenen Festlegungen werden durch die Prüfungen beurteilt, die in den entsprechenden Unterabschnitten angegeben sind. Alle Prüfungen in dieser Norm sind unter denselben Bedingungen mit allen zu den Monitoren gehörenden Zubehörteilen durchzuführen.

Wenn kein Prüfverfahren angegeben ist, bedeutet dies, dass das Merkmal durch Beobachtung oder durch das Hinzuziehen der Hersteller-Spezifikationen verifiziert werden kann. Der Nutzer darf bestimmte Teile der Norm als Annahmeproofungen anwenden.

Betriebsparameter, Alarmparameter und Radionuklidbibliothek müssen während des gesamten Prüfvorgangs unverändert bleiben.

5.1.2 Standardprüfbedingungen

Die Standardprüfbedingungen sind in Tabelle 1 angegeben. Sofern nichts anderes angegeben ist, müssen die in dieser Norm beschriebenen Prüfungen unter den Standardprüfbedingungen durchgeführt werden.

Tabelle 1 – Standardprüfbedingungen

Einflussgröße	Standardprüfbedingungen
Umgebungstemperatur	(18 bis 25) °C
Relative Luftfeuchte	≤ 75 %
Luftdruck	(70 bis 106,6) kPa
Gammastrahlungsuntergrund ¹⁾	Umgebungs-Äquivalentdosisleistung von weniger als 0,15 µSv/h (Natürliche Bedingungen ohne Vorhandensein von künstlichen Strahlern)
Neutronenstrahlungsuntergrund ¹⁾	Neutronenflussrate kleiner als 200 s ⁻¹ m ⁻² (Natürliche Bedingungen ohne Vorhandensein von künstlichen Strahlern) (Im Prüfbereich dürfen keine Neutronenquellen mit Pegeln vorhanden sein, die die Durchführung einer Prüfung beeinträchtigen könnten)
¹⁾ SRPMs werden üblicherweise in nicht radiologischen Bereichen eingesetzt, z. B. in Häfen, an Grenzübergängen. Es wird nicht erwartet, dass künstliche radiologische Stoffe wie z. B. Strahlungsquellen während der Prüfung vorhanden sind, mit Ausnahme derer, die während der Durchführung einer Prüfung verwendet werden.	

5.1.3 Statistische Schwankungen

Bei den Prüfungen, die in den Abschnitten 7, 8 und 9 angegeben sind, kann die Größe der statistischen Schwankungen der numerischen Anzeige, die vom Zufallscharakter der Strahlungsemission herrührt, alleine

einen bedeutenden Anteil der in der Prüfung erlaubten Variation der Anzeige darstellen. Der Variationskoeffizient muss für jeden mittleren Messwert kleiner oder gleich 12 % sein.

Der Wert von 12 % wird gewählt, um die Bestimmung der Ergebnisse einer Prüfung zu unterstützen, wenn die Messreihe und der zugehörige Mittelwert mit einer in dieser Norm gestellten Anforderung verglichen werden. Wenn mit radioaktiven Quellen geprüft wird, kann ein Variationskoeffizient von kleiner oder gleich 12 % erreicht werden. Prozesse wie eine Erhöhung der angewendeten Strahlungspegel verringern den Variationskoeffizienten üblicherweise auf ein annehmbares Niveau. Die Anzahl der Versuche darf ebenfalls erhöht werden. Wenn ohne vorhandene radioaktive Quellen geprüft wird, wird der SRPM dahingehend beobachtet, dass er keine Alarme und/oder Fehlanzeigen erzeugt. In diesem Fall ist der Wert des Variationskoeffizienten nicht maßgebend.

Der zeitliche Abstand zwischen den einzelnen Ablesungen muss lang genug sein, um sicherzustellen, dass die abgelesenen Werte unabhängig voneinander sind. Das gewählte Zeitintervall ist abhängig von der Integrationszeit des SRPM und der Aktualisierungszeit der angezeigten Antwort.

5.2 Referenzstrahlung für Alarmprüfungen

5.2.1 Gammastrahlungsquellen

Sofern nicht anders festgelegt, müssen alle Gammaalarmprüfungen mit ^{241}Am , ^{137}Cs und ^{60}Co durchgeführt werden. Die Aktivität der Quelle muss zum Zeitpunkt der Prüfung innerhalb von (–0 %, +20 %) der folgenden Werte liegen:

- ^{241}Am – 1,74 MBq;
- ^{137}Cs – 600 kBq;
- ^{60}Co – 260 kBq.

Die Unsicherheit des tatsächlichen Aktivitätswertes muss kleiner oder gleich $\pm 5 \%$ (1σ) sein.

Die angegebenen Aktivitäten der Quelle beruhen auf Quellen mit einer Umhüllung aus 0,25 mm dickem nichtrostenden Stahl. Wenn die Quelle anders aufgebaut ist, muss dieselbe Emissionsrate für die Haupt-Photonenenergien vorliegen.

ANMERKUNG Diese Aktivitätswerte gelten nur für Prüfungen. Sie sind nicht bezeichnend für den Einstellpunkt der Alarmschwelle oder für die Gesamtnachweisfähigkeit eines SRPM.

5.2.2 Neutronenquelle

Eine ^{252}Cf - oder ^{244}Cm -Quelle muss eine Neutronenemissionsrate von $20\,000 \text{ s}^{-1}$ (–0 %, +20 %) aufweisen und von einem kugelförmigen Moderator aus hochdichtem Polyethylen ($0,93 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ bis $0,97 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$) umgeben sein.

Der Moderator muss eine Wanddicke von 4 cm aufweisen und der Durchmesser des inneren Hohlraums darf höchstens 3 cm betragen. Die Unsicherheit der Neutronenemissionsrate muss $\pm 10 \%$ (1σ) betragen.

ANMERKUNG Der Aktivitätswert gilt nur für Prüfungen und ist bezeichnend für den Einstellpunkt der Neutronenalarmschwelle oder für die Gesamt-Neutronennachweisfähigkeit eines SRPM.

5.3 Alarmkategorien

Alarme dürfen anhand der nachgewiesenen und gemessenen Strahlungspegel und der Identifizierungsergebnisse in Kategorien unterteilt werden. Die Internationale Atomenergiebehörde (IAEA) hat empfohlen, zur Kennzeichnung der Kategorien Farben zu verwenden (IAEA-TECDOC-1311).

5.4 Allgemeine Anforderungen an die Prüfung der Fähigkeit der Radionuklididentifizierung

Die Identifizierungsfähigkeit wird mit den in Tabelle 2 aufgeführten Quellen und Stoffen geprüft. Die Aktivität der Quelle muss zum Zeitpunkt der Prüfung innerhalb von $(-0\%, +20\%)$ der in Tabelle 2 angegebenen Werte liegen. Für medizinische Radionuklide muss die Aktivität der Quelle zum Zeitpunkt der Prüfung innerhalb von $(-0\%, +50\%)$ liegen. Die Unsicherheit des tatsächlichen Aktivitätswertes muss kleiner oder gleich $\pm 5\%$ (1σ) sein.

Für SNM- und DU-Quellen werden die Werte der Fluenzrate verwendet. Die Fluenzrate muss zum Zeitpunkt der Prüfung innerhalb von $(-0\%, +20\%)$ der in Tabelle 2 angegebenen Werte liegen. Bei der Prüfung müssen die tatsächlich benutzten Werte angegeben und aufgezeichnet werden. Die Unsicherheit des Fluenzratenwertes muss kleiner oder gleich $\pm 10\%$ (1σ) sein.

Die medizinischen Quellen müssen von 8 cm Polymethylmethacrylat (PMMA) umgeben sein, um die Überwachung von Personen nachzubilden, an denen medizinische Behandlungen durchgeführt werden.

Die in Tabelle 2 angegebene Fluenzrate für hoch angereichertes Uran (HEU) beruht auf der Emissionsrate für die 185,7-keV-Linie einer HEU-Kugel mit einer Masse von 237 g. Die Fluenzrate für waffenfähiges Plutonium (WGPu) beruht auf der Emissionsrate für die 375,05-keV-Linie einer WGPu-Kugel mit einer Masse von 15 g, die von 1 cm dickem Fe umgeben ist. Die Fluenzrate für das abgereicherte Uran (DU) beruht auf der Emissionsrate für die 1,001-keV-Linie einer 2,5-kg-Platte mit einer Oberfläche von etwa 400 cm² und einer Dicke von 0,317 5 cm. Jede Fluenzrate wurde in einem Abstand von 1 m von der Quelle zum Detektor unter Anwendung der folgenden Angaben ermittelt.

Quellen mit anderen Massen, Formen und Ausprägungen dürfen für die Prüfung ebenfalls verwendet werden. Die DU-Quelle darf aus verfügbaren Referenzmaterialien zusammengesetzt sein (d. h. Platten mit 100 cm² Fläche). Als Teil des Prüfprotokolls muss eine vollständige Beschreibung der Quelle einschließlich Masse, Form, Ausprägung und Spektrum erzielt werden. Für diese Norm gilt:

- HEU hat eine Anreicherung von etwa 93,5 % ²³⁵U;
- DU hat 0,2 % ²³⁵U; und
- U_{nat} hat 0,7 % ²³⁵U;
- WGPu enthält $\leq 6\%$ ²⁴⁰Pu.

ANMERKUNG Eine Erörterung der Identifizierung von Uran ist in [Anhang A](#) verfügbar.

Um widerspruchsfreie Prüfungen zu erhalten, muss die WGPu-Quelle möglicherweise abgeschirmt werden (z. B. mit einer Kupferlegierung nach ASTM B152), um die gemessenen Emissionen bei 60 keV von ²⁴¹Am zu verringern. Die Abschirmung muss die 60 keV-²⁴¹Am-Emissionsrate so verringern, dass sie nicht mehr als das 10fache der Emissionsrate bei 375 keV von ²³⁹Pu beträgt. Wenn die Emissionsrate für die 375-keV-Linie beispielsweise 100 s⁻¹ beträgt, sollte die Emissionsrate für die 60-keV-²⁴¹Am-Linie nicht mehr als 1 000 s⁻¹ betragen.

Tabelle 2 – Radionuklide und Stoffe für die Prüfung (1 von 2)

Radionuklid	Aktivität
²⁴¹ Am	1,74 MBq
⁶⁰ Co	259 kBq
¹³⁷ Cs	592 kBq
⁶⁷ Ga ⁽²⁾	3,48 MBq
¹³¹ I ⁽²⁾	851 kBq
^{99m} Tc ⁽²⁾	4,7 MBq
²⁰¹ Tl ⁽²⁾	3,26 MBq

Tabelle 2 (2 von 2)

Radionuklid	Aktivität
^{226}Ra	296 kBq
^{232}Th	518 kBq
Radioaktive Stoffe	Fluenzrate (Gamma/s/cm ²)
DU ⁽⁴⁾	1,34
HEU ⁽⁴⁾	1,44
WGpu ⁽⁴⁾	0,40
(1) Ungeschirmte Aktivitätswerte ergeben eine Emissionsrate von etwa 500 000 Photonen je Sekunde von einer Quelle, die von 0,25 mm nichtrostendem Stahl umhüllt ist. Bei 500 000 Photonen je Sekunde erzeugt ^{137}Cs eine Expositionsrate von etwa 0,05 $\mu\text{Sv/h}$ bei 1 m. (2) Die tatsächlichen Aktivitäten für medizinische Radionuklide, denen Patienten ausgesetzt werden, sind wesentlich größer als die in dieser Norm geforderten Aktivitäten. Bei $^{99\text{m}}\text{Tc}$-Myocardszintigraphieprüfungen liegen die üblichen Dosen gewöhnlich zwischen 3 mCi und 5 mCi; bei Knochenszintigraphieprüfungen mit $^{99\text{m}}\text{Tc}$ zwischen 20 mCi und 25 mCi; bei der Diagnose mittels ^{131}I werden zwischen 10 μCi und 30 μCi angewendet; bei der Therapie mit ^{131}I zwischen 29 mCi und 300 mCi; bei Myocardszintigraphieprüfungen mit ^{201}Tl etwa 4 mCi; und für ^{67}Ga zwischen 2 mCi und 5 mCi.	

5.5 Funktionsprüfung

5.5.1 Allgemeines

Die in 5.5.2 bis 5.5.4 angegebenen Prüfverfahren und damit verbundenen Anforderungen an die Datenerfassung gelten für die [Abschnitte 7, 8 und 9](#). Die Prüfverfahren verifizieren die Funktionalität des SRPM und seine Reaktion auf Strahlung während einer bestimmten Prüfung. Sie sind nicht dafür vorgesehen, die Alarmwahrscheinlichkeit oder Empfindlichkeit des SRPM abzuschätzen.

5.5.2 Messungen vor der Prüfung

Mit dem Aufbau des SRPM für die Prüfung wird jede Detektoranordnung einem Gammastrahlungsfeld durch eine ^{241}Am - und eine ^{60}Co -Quelle zur gleichen Zeit (oder durch Quellen, die nieder- und hochenergetische Gammastrahlung aussenden) und, falls zutreffend, einem Neutronenstrahlungsfeld durch eine Neutronenquelle ausgesetzt. Die Quellenpositionen müssen gekennzeichnet oder anderweitig aufgezeichnet werden, um die Wiederholpräzision während der Prüfmessungen sicherzustellen.

- Es werden mindestens 10 Ablesewerte mit den vorhandenen Quellen aufgezeichnet. Es wird eine Reihe von 10 Radionuklid-Identifizierungen oder Belegungen mit vorhandenen Gammastrahlungsquellen durchgeführt und die Ergebnisse der Identifizierung werden einschließlich der Vertrauensanzeige aufgezeichnet. Aus der Reihe von 10 Versuchen wird mindestens ein Spektrum aufgenommen. Die Quellen werden entfernt.
- Für jede Zählratenmessreihe werden der Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient berechnet und aufgezeichnet. Für zusätzliche Informationen bezüglich der Bestimmung des Variationskoeffizienten, siehe erforderlichenfalls 6.1.3.
- Der Akzeptanzbereich der Strahlungsantwort wird auf $\pm 15 \%$ des berechneten Mittelwerts festgelegt.

5.5.3 Zwischenmessungen (während der Prüfung)

- Ohne vorhandene radioaktive Quellen wird der SRPM beobachtet und jeder Alarm oder jede Fehl- anzeige werden aufgezeichnet.

2. Für Prüfungen mit Quellen werden alle Prüfquellen nach 5.5.2 neu positioniert.
3. Die gleiche Anzahl von Messwerten und anderen Informationen, die für 5.5.2 ermittelt wurden, werden mit vorhandenen Quellen aufgezeichnet und die Alarmfunktion wird verifiziert, falls sie geprüft wurde.
4. Der Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient werden für die Messdaten berechnet und aufgezeichnet.

5.5.4 Messungen nach der Prüfung

1. Jede Prüfquelle wird nach 5.5.2 neu positioniert.
2. Die gleiche Anzahl von Messwerten und anderen Informationen, die für 5.5.2 ermittelt wurden, werden mit vorhandenen Quellen aufgezeichnet und die Alarmfunktion wird verifiziert, falls sie geprüft wurde.
3. Der Mittelwert, die Standardabweichung und der Variationskoeffizient werden für die Messdaten berechnet und aufgezeichnet.

Tabelle 3 – Auswertung der Prüfergebnisse

Verifizierungsprüfung	Annahmekriterien
Funktionalität	Die Ergebnisse sind annehmbar, wenn während der Prüfung keine unerwarteten Alarme oder Fehlanzeigen auftreten.
Identifizierungsergebnisse	Die Identifizierungsergebnisse sind annehmbar, wenn bei 9 von 10 Versuchen an jedem Prüfpunkt vollständige und korrekte Ergebnisse vorliegen.
Strahlungsantwort	Der Mittelwert der Zählrate an jedem Prüfpunkt muss innerhalb des in 5.5.2 ermittelten Akzeptanzbereichs von $\pm 15\%$ liegen, und der Variationskoeffizient sollte weniger als 12 % betragen.

6 Anforderungen an den Strahlungsnachweis

6.1 Fehlalarme

6.1.1 Anforderungen

Die Anzahl der Alarme, entweder Gammalarms, Neutronenalarms oder Identifizierungen, muss bei Betrieb in einem Bereich mit stabiler Untergrundstrahlung (lediglich natürliche Schwankungen) bei den in Tabelle 1 angegebenen Pegeln über einen Zeitraum von 10 h weniger als 2 sein.

ANMERKUNG Das Prüfverfahren dient dem Nachweis der Stabilität des SRPM vor der Prüfung. Es umfasst zwei Teile, Gamma- oder Neutronenalarms und Identifizierungen, die gleichzeitig durchgeführt werden.

6.1.2 Prüfverfahren

Es wird eine Alarmverifizierungsprüfung mit 10 Versuchen unter Anwendung von ^{137}Cs nach dem in 6.2.2 angegebenen Prüfverfahren durchgeführt, jedoch ausschließlich auf mittlerer Höhe. Falls anwendbar wird eine Neutronennachweisprüfung mit 10 Versuchen ebenfalls ausschließlich auf mittlerer Höhe nach 6.4.2 durchgeführt. Die Strahlungsquellen werden aus dem Bereich entfernt.

Wenn Belegungssensoren verwendet werden, wird der Prozess bestimmt, der benötigt wird, um eine 5-s-Belegung für SRPMs für Fahrzeuge oder eine 1-s-Belegung für SRPMs für Fußgänger zu verursachen. Der Prozess darf das gleichzeitige Blockieren von zwei Belegungssensoren, das sequentielle Blockieren von Sensoren oder das zeitgesteuerte Blockieren von Sensoren einschließen. Über einen Zeitraum von 10 h wird die geforderte Belegung alle 35 s ausgelöst, wodurch sich etwa 1 028 Belegungen ergeben sollten. Wenn keine Belegungssensoren benutzt werden, wird der SRPM für 10 h beobachtet. Der SRPM wird während der Prüfung beobachtet und etwaige auftretende Alarms oder Identifizierungsergebnisse werden aufgezeichnet.

Nach 10 h wird die Alarmverifizierungsprüfung wiederholt, um sicherzustellen, dass der SRPM während der Prüfung funktionsfähig geblieben ist.