

**DIN IEC 62401
(VDE 0493-3-4)**
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 2015-11-11

Vorgesehen als Ersatz für
DIN IEC 62401
(VDE 0493-3-4):2009-01

Entwurf

**Strahlenschutz-Messgeräte –
Strahlungsdetektoren im Taschenformat zum Aufspüren illegal
transportierter radioaktiver Quellen
(IEC 45B/819/CD:2015)**

Radiation protection instrumentation –
Alarming Personal Radiation Devices (PRD) for detection of illicit trafficking of radioactive
material
(IEC 45B/819/CD:2015)

Instrumentation pour la radioprotection –
Dispositifs individuels d'alarme aux rayonnements pour la détection du trafic illicite des matières
radioactives
(IEC 45B/819/CD:2015)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-09-11 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 des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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/stellungnahme 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 44 Seiten

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

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	4
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten	6
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe, Größen und Einheiten	8
3.1 Begriffe	8
3.2 Größen und Einheiten	10
4 Allgemeine Eigenschaften und Anforderungen	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Mechanische Anforderungen	11
5 Allgemeine Prüfverfahren	11
5.1 Art der Prüfungen	11
5.2 Statistische Schwankungen	12
5.3 Allgemeine Informationen zu den Prüfungen	13
5.4 Geräteinitialisierung	13
5.5 Geschwindigkeit der bewegten Quellen	13
5.6 Funktionsprüfungen	13
6 Anforderungen an die Strahlungsdetektion	14
6.1 Fehlalarmhäufigkeit	14
6.2 Photonenalarm	14
6.3 Personenschutzalarm	15
6.4 Relative Eigenabweichung	15
6.5 Nachweis von allmählich ansteigenden Strahlungspegeln	15
6.6 Überlast	16
6.7 Nachweis von Neutronen (wenn vorhanden)	16
6.8 Ansprechen des Neutronendetektors auf Gammastrahlung (wenn vorhanden).....	17
7 Umgebungsanforderungen.....	17
7.1 Umgebungstemperatur	17
7.2 Relative Luftfeuchte	17
8 Mechanische Anforderungen	18
8.1 Fallprüfung	18
8.2 Schwingungsprüfung	19
9 Elektrische und elektromagnetische Anforderungen	19
9.1 Batterielaufzeit	19

9.2	Elektrostatische Entladungen, Hochfrequenzstörfestigkeit, Strahlungsemissionen und magnetische Felder	19
10	Dokumentation	20
10.1	Bericht über die Bauartprüfung	20
10.2	Zertifikat.....	20
10.3	Betriebs- und Wartungsanleitungen.....	21
	Literaturhinweise	23
	Tabelle 1 –Standardprüfbedingungen	12
	Tabelle 2 – Zusammenfassung der Leistungsanforderungen (noch zu aktualisieren)	21

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45B/819/CD:2015 „Radiation protection instrumentation – Alarming Personal Radiation Devices (PRD) for 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 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.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate 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 GUK 967.2 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig, Gemeinschaftsgremium mit dem DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Bezüglich der Überwachung transportierter Materialien auf radioaktive Bestandteile gelten derzeit in der Reihe VDE 0493 folgende Normen:

- DIN EN 62022 (VDE 0493-3-1):2008-01, *Fest installierte Monitore für die Überwachung und den Nachweis von Gammastrahlen-Emittenten in von Fahrzeugen transportierten, wiederverwertbaren oder nicht wiederverwertbaren Materialien (IEC 62022:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62022:2007*
- DIN EN 62244 (VDE 0493-3-2):2012-02, *Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Strahlungsmonitore für den Nachweis von radioaktiven Stoffen und Kernmaterial an Staatsgrenzen (IEC 62244:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62244:2011*
- DIN EN 62327 (VDE 0493-3-3):2012-02, *Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und für die Messung der Dosisleistung (IEC 62327:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62327:2011*
- DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2009-01, *Strahlenschutz-Messgeräte – Strahlungsmessgeräte im Taschenformat zum Aufspüren illegal transportierter radioaktiver Quellen (IEC 62401:2007)*
- DIN IEC 62484 (VDE 0493-3-5):2014-04, *Strahlenschutz-Messgeräte – Auf Spektroskopie basierende Portalmonitore für den Nachweis und die Identifikation des unerlaubten Handels mit radioaktiven Stoffen (IEC 62484:2010)*
- DIN IEC 62533 (VDE 0493-3-6):2013-04, *Strahlenschutz-Messgeräte – Hochempfindliche Handgeräte zum Nachweis von Photonenstrahlung emittierendem radioaktivem Material (IEC 62533:2010)*
- DIN IEC 62534 (VDE 0493-3-7):2013-04, *Strahlenschutz-Messgeräte – Hochempfindliche Handgeräte zum Nachweis von Neutronenstrahlung emittierendem radioaktivem Material (IEC 62534:2010)*
- DIN IEC 62694 (VDE 0493-3-10):2015-02, *Strahlenschutz-Messgeräte – Rucksack-Strahlenschutzdetektor zum Nachweis von unerlaubtem Transport radioaktiver Materialien (IEC 62694:2014)*

Bestehende Norm-Entwürfe sind:

- E DIN IEC 62327 (VDE 0493-3-3):2015-05, *Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und die Anzeige der durch Gammastrahlung erzeugten Umgebungs-Äquivalentdosisleistung (IEC 45B/815/CD:2014)*
- E DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2015-10, *Strahlenschutz-Messgeräte – Strahlungsdetektoren im Taschenformat zum Aufspüren illegal transportierter radioaktiver Quellen (IEC 45B/819/CD:2015)*
- E DIN IEC 62618 (VDE 0493-3-8):2012-01, *Strahlenschutz-Messgeräte – Spektroskopie-basierte alarmgebende persönliche Strahlungsdetektoren für den Nachweis von unerlaubt transportiertem radioaktivem Material (IEC 45B/699/CDV:2011)*

Zurzeit in Vorbereitung sind:

- EN 62484 auf Grundlage der DIN IEC 62484 (VDE 0493-3-5):2014-04,
- EN 62533 auf Grundlage der DIN IEC 62533 (VDE 0493-3-6):2013-04,
- EN 62534 auf Grundlage der DIN IEC 62534 (VDE 0493-3-7):2013-04,
- EN 62618 auf Grundlage des Norm-Entwurfs E DIN IEC 62618 (VDE 0493-3-8):2012-01,
- EN 62694 auf Grundlage der DIN IEC 62694 (VDE 0493-3-10):2015-02.

Zu Hinweisen für den Einsatz dieser Geräte siehe DIN ISO 22188:2008-03, *Überwachung des unbeabsichtigten oder unerlaubten Transports von radioaktiven Stoffen (ISO 22188:2004)*.

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2009-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung der Anforderungen an die Gehäusekonstruktion (4.2.4);
- b) Wegfall der Verweisungen auf die Normen der Reihe ISO 4037 (Referenz-Photonenstrahlungen);
- c) Ergänzung der Angaben zu statistischen Schwankungen (jetzt 5.2);
- d) Ergänzung der allgemeinen Informationen zu Prüfungen (jetzt 5.3);
- e) Aufnahme von Festlegungen bezüglich der Geschwindigkeit bewegter Quellen (jetzt 5.5);
- f) Ergänzung der Festlegungen zu Funktionsprüfungen (jetzt 5.6);
- g) Überarbeitung der Anforderungen und Prüfverfahren bezüglich der Strahlungsdetektion (jetzt Abschnitt 6);
- h) Verringerung des Temperaturbereichs bei den Umgebungsprüfungen (jetzt 7.1);
- i) Anhebung des IP-Schutzgrades von IP53 auf IP54 (jetzt 7.2.3);
- j) Aktualisierung der Verweisungen;
- k) Untergliederung der Norm in 10 statt zuvor 6 Abschnitte.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, 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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-395:2014	^a	–
EN 60846:2014	IEC 60846-1:2009, modifiziert	DIN EN 60846-1 (VDE 0492-2-1):2015-01	VDE 0492-2-1
EN 61526:2013	IEC 61526:2010, modifiziert	DIN EN 61526 (VDE 0492-1):2013-09	VDE 0492-1
–	IEC 62706	–	–
EN 62327:2011	IEC 62327	DIN EN 62327 (VDE 0493-3-3):2012-02	VDE 0493-3-3
–	ISO 8529-3:1998	–	–
* „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60846-1 (VDE 0492-2-1):2015-01, *Strahlenschutz-Messgeräte – Umgebungs- und/oder Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und/oder Monitore für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung – Teil 1: Tragbare Messgeräte und Monitore für den Arbeitsplatz und die Umgebung (IEC 60846-1:2009, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60846-1:2014*

DIN EN 61526 (VDE 0492-1):2013-09, *Strahlenschutz-Messgeräte – Messung der Tiefen- und der Oberflächen-Personendosis $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ für Röntgen-, Gamma-, Neutronen- und Betastrahlung – Direkt ablesbare Personendosimeter (IEC 61526:2010, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61526:2013*

DIN EN 62327 (VDE 0493-3-3):2012-02, *Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und für die Messung der Dosisleistung (IEC 62327:2006, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62327:2011*

Strahlenschutz-Messgeräte – Strahlungsdetektoren im Taschenformat zum Aufspüren illegal transportierter radioaktiver Quellen

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für alarmgebende persönliche Strahlungsmessgeräte, die Taschenformat haben, am Körper getragen werden und das Vorhandensein und die generelle Intensität von Gammastrahlung feststellen und anzeigen sollen. Neutronendetektion kann ebenfalls vorhanden sein.

Alarmgebende persönliche Strahlungsmessgeräte (en: Personal Radiation Devices (PRD)) warnen den Anwender vor dem Vorhandensein einer Strahlenquelle, die deutlich über der gemessenen durchschnittlichen örtlichen Untergrundstrahlung liegt. Sie sind nicht zur Messung der Äquivalentdosisleistung vorgesehen.

Ziel dieser Norm ist es, Konstruktions- und Funktionskriterien zusammen mit Prüfverfahren zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Geräten zum Nachweis des illegalen Transports von radioaktiven Stoffen zu beschreiben (z. B. Strahlungsüberwachung an Grenzen. Diese Geräte können unter extremen Umweltbedingungen eingesetzt werden.

Diese Norm gilt nicht für Messungen der Umgebungsäquivalentdosisleistung oder der Personendosis, die in IEC 60846-1 bzw. IEC 61526 behandelt werden. Wenn der Hersteller angibt, dass das PRD zu Strahlungszwecken verwendet werden kann, muss es IEC 60846-1 bzw. IEC 61526 erfüllen.

Bei der Messung von Neutronen könnten sich die Leistungen der Geräte verschlechtern, wenn diese unter anderen Bedingungen als am Körper getragen genutzt werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 (IEV) – Part 395: Nuclear instrumentation – Physical phenomena, basic concepts, instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60846-1, *Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Portable workplace and environmental meters and monitors*

IEC 61526^{N1)}, *Radiation protection instrumentation – Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X, gamma, neutron and beta radiations – Direct reading personal dose equivalent meters*

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

ISO 8529-3:1998, *Reference neutron radiations – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of response as a function of neutron energy and angle of incidence*

^{N1)} Nationale Fußnote: Schreibfehler im IEC-Original. Dort ist fälschlich IEC 61516 angegeben.

3 Begriffe, Größen und Einheiten

3.1 Begriffe

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

3.1.1

A-bewerteter Schalldruckpegel

(en: A-weighted sound level)

Frequenzbewertung eines Schallspektrums entsprechend eines genormten Frequenzverlaufs, der auf der Frequenzkurve des menschlichen Ohrs basiert

3.1.2

Messgenauigkeit

(en: accuracy)

Eigenschaft, welche die Fähigkeit eines Messgeräts kennzeichnet, einen angezeigten Wert zu liefern, der in der Nähe eines wahren Werts der Messgröße liegt

[QUELLE: IEV 311-06-08]

3.1.3

Alarm

(en: alarm)

akustisches, optisches oder ein anderes Signal, das aktiviert wird, wenn die Geräteanzeige einen Schwellwert überschreitet oder aus einem eingestellten Bereich herausfällt

3.1.4

Untergrund

(en: background level)

Strahlungsfeld, in dem das Gerät arbeiten soll

3.1.5

(konventionell) richtiger Wert einer Größe

(en: conventionally true value of a quantity)

bester Schätzwert einer Größe, die für einen bestimmten Zweck benutzt wird

3.1.6

Gerät

(en: device)

Strahlungsdetektor mit seiner zugehörigen Elektronik

3.1.7

Messbereich

(en: effective range of measurement)

Wertebereich der Messgröße, in dem das Gerät den Anforderungen dieser Norm entspricht

3.1.8

Fehlalarm

(en: false alarm)

Alarm, der nicht durch einen Anstieg der Intensität der Strahlung über den Untergrund ausgelöst wird

3.1.9

Messpunkt

(en: point of measurement)

Stelle, an der die Messwerte ermittelt werden und an die der Referenzpunkt des Geräts zu Prüfzwecken gebracht wird

3.1.10

Referenzpunkt

(en: reference point)

festgelegte Position auf einem Gerät, um es an einer Stelle zu positionieren, an der der wahre Wert der zu messenden Größe bekannt ist

3.1.11

relative Eigenabweichung

(en: relative intrinsic error)

ε_{REL}

Differenz zwischen der Geräteanzeige M und dem konventionell richtigen Wert CTV der Messgröße, dividiert durch den konventionell richtigen Wert und multipliziert mit 100 % bei Einwirkung einer festgelegten Referenzgröße unter festgelegten Referenzbedingungen

$$\varepsilon_{\text{REL}} = \frac{M - CTV}{CTV} \times 100 \%$$

3.1.12

Ansprechvermögen

(en: response)

R

Verhältnis der Geräteanzeige zum konventionell richtigen Wert der Messgröße

3.1.13

Standardabweichung

(en: standard deviation)

positive Quadratwurzel aus der Varianz

3.1.14

Standardprüfbedingungen

(en: standard test conditions)

vorgeschriebener Bereich für Einflussgrößen, der während des Prüfens eines Messgerätes benutzt wird

3.1.15

Bauartprüfung

(en: type test)

Konformitätsprüfung auf der Basis eines oder mehrerer Muster eines Produkts, das (die) repräsentativ für die Produktion ist (sind)

3.1.16

Stückprüfung

(en: routine test)

Prüfung, der jedes einzelne Gerät während oder nach der Herstellung unterworfen wird, um festzustellen, ob es bestimmte Kriterien erfüllt

3.1.17

Abnahmeprüfung

(en: acceptance test)

vertraglich vereinbarte Prüfung, um dem Kunden nachzuweisen, dass das Gerät bestimmte Bedingungen seiner Spezifikation erfüllt

3.1.18

Messunsicherheit

(en: uncertainty (of measurement))

zum Ergebnis einer Messung gehörender Parameter, der die Streuung der Messwerte charakterisiert

[QUELLE: VIM 3.9]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Parameter kann z. B. eine Standardabweichung (oder ein Vielfaches davon) sein oder die halbe Breite eines Intervalls mit einem festgelegten Vertrauensniveau.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Unsicherheit einer Messung umfasst im Allgemeinen viele Komponenten. Einige dieser Komponenten können aus der statistischen Verteilung der Ergebnisse von Serienmessungen bewertet und durch empirische Standardabweichungen charakterisiert werden. Die anderen Komponenten, die auch durch empirische Standardabweichungen charakterisiert werden können, werden durch angenommene Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die auf Erfahrung oder anderen Informationen beruhen, bewertet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Es ist selbstverständlich, dass das Ergebnis der Messung der beste Schätzwert des Messwertes ist und dass alle Komponenten der Messunsicherheit, inklusive derer aus systematischen Effekten wie Komponenten, die mit Korrekturen und Bezugsnormalen im Zusammenhang stehen, zur Streuung beitragen.

[QUELLE: IEV 394-20-40]

3.1.19

Varianz

(en: variance)

σ^2

Maß für die Streuung als Summe der quadrierten Abweichung der Messwerte x_i von ihrem Mittelwert $\bar{x}$, dividiert durch die um 1 reduzierte Anzahl der Beobachtungswerte n :

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

3.2 Größen und Einheiten

In dieser Norm werden Einheiten des Internationalen Systems (SI)¹⁾ verwendet. Die Begriffe von Strahlungsgrößen sind in IEC 60050-395 definiert. Die entsprechenden alten (nicht-SI-)Einheiten sind in Klammern angegeben.

Dennoch dürfen auch die folgenden Einheiten verwendet werden:

- für die Energie: Elektronenvolt (eV); 1 eV = $1,602 \times 10^{-19}$ J;
- für die Zeit: Jahre (y), Tage (d), Stunden (h), Minuten (min).

Vielfache und Teile von SI-Einheiten werden, wenn geeignet, entsprechend dem SI-System benutzt.

4 Allgemeine Eigenschaften und Anforderungen

4.1 Allgemeines

Geräte, die auf der Grundlage dieser Norm geprüft werden, werden am Körper getragen und verwendet, um das Vorhandensein und die generelle Intensität von Strahlungsfeldern nachzuweisen und anzuzeigen (z. B. Ereignisse je Sekunde, Anzeige ohne Einheit (1 bis 9), LEDs). PRDs sind nicht zur Messung der Äquivalentdosisleistung vorgesehen. Der Hersteller kann jedoch wahlweise eine Anzeige der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung der Photonenstrahlung liefern.

Wichtige Konstruktionsmerkmale sind die folgenden:

- der Anwender muss schnell vor geringen Anstiegen des Strahlungspegels gewarnt werden und es muss dabei eine möglichst geringe Anzahl von Fehlalarmen geben;
- einfache Handhabung für Nichtfachleute;
- separate Alarme für Photonen- und Neutronenstrahlung (wenn Neutronenmessung vorgesehen ist), mit optischen und akustischen Alarmen;
- akustische und/oder optische Anzeige, die der Intensität des Strahlungsfeldes entspricht (z. B. mit ansteigendem Messwert ansteigende Frequenz oder Tonhöhe des akustischen Signals);
- bei allen Lichtverhältnissen, einschließlich Dunkelheit, lesbare Anzeige;

¹⁾ International Bureau of Weights and Measures (BIPM): *Le Système International d'Unités (SI)*. 8. Ausgabe, 2014.

- kleines, stabiles Gehäuse, stoßfest und wasserdicht;
- Schutz aller eingestellten Parameter, wenn vorhanden;
- Selbstdiagnosemöglichkeiten (z. B. Detektorfehler);
- Anzeige des Batterieladezustands;
- Vibrationsalarm und/oder Kopfhörer mit einer vom Anwender einstellbaren Lautstärke;
- Personenschutzalarm mit voreinstellbarem Pegel.

4.2 Mechanische Anforderungen

4.2.1 Abmessungen

Die Außenmaße des Geräts ohne Befestigungsklammer, sonstigem Befestigungselement oder externer Alarmvorrichtung sollten 20 cm Länge, 10 cm Breite und 5 cm Dicke nicht überschreiten.

4.2.2 Masse

Die Masse des gesamten Geräts sollte 400 g nicht überschreiten.

4.2.3 Alarmanforderungen

- Position* – Das Gerät muss so am Körper getragen werden, dass der Alarm den Träger jederzeit warnen kann.
- Alarmgeber* – Die Frequenz eines akustischen Alarms sollte im Bereich zwischen 1 000 Hz und 4 000 Hz liegen. Wenn ein Intervallalarm vorgesehen ist, darf der Signalabstand 2 s nicht überschreiten. Die Lautstärke des Alarms in einem Abstand von 30 cm von der Alarmquelle muss mindestens 85 dB(A) betragen. Der Schalldruckpegel darf in 30 cm Abstand von der Alarmquelle 100 dB(A) nicht überschreiten. Für Fälle, in denen Umgebungsgeräusche den Alarm unhörbar machen würden oder wenn ein stiller Alarm notwendig ist, müssen optische, Vibrations- oder andere zusätzliche Alarmsignalgeber vorgesehen werden.

4.2.4 Gehäusekonstruktion

Das Gerätegehäuse sollte glatt, stabil, widerstandsfähig gegen mechanische Stöße, staub- und wasserdicht sein. Es muss möglich sein, das Gerät sicher am Anwender zu befestigen (z. B. mit einer Klammer oder einem Ring), wobei die notwendige Ausrichtung des Detektors, des Alarmsystems und der Anzeige zu beachten ist. Zur IP Klassifizierung siehe 7.2.3.

4.2.5 Markierung des Referenzpunkts

Der Referenzpunkt des PRDs muss markiert oder im Handbuch beschrieben sein.

4.2.6 Schalter

Alle äußeren Schalter müssen ausreichend vor unbeabsichtigter oder unbefugter Betätigung geschützt werden.

5 Allgemeine Prüfverfahren

5.1 Art der Prüfungen

Die geforderten Standardprüfbedingungen für Umgebungsgrößen wie Temperatur und Druck sowie für andere Größen, die die Leistungsfähigkeit der Geräte beeinflussen können, sind in Tabelle 1 angegeben. Die angegebenen Bereiche für diese Größen müssen eingehalten werden, außer wenn die Auswirkung der Bedingung oder Größe selbst geprüft wird.

Die Prüfungen nach dieser Norm sind als Bauartprüfungen zu betrachten, sofern nichts anderes angegeben ist. Die angegebenen Anforderungen werden durch die in den entsprechenden Abschnitten beschriebenen Prüfungen bewertet. Die Geräte müssen bei allen Prüfungen auf der Grundlage dieser Norm mit allen zu den Geräten gehörenden Zubehöerteilen denselben Bedingungen ausgesetzt werden.

Wird keine Prüfung festgelegt, dann bedeutet dies, dass die Eigenschaften durch Einhaltung oder Beachtung der Herstellerspezifikationen bestätigt werden können. Der Anwender kann bestimmte Teile der Norm als Grundlage für eine Abnahmeprüfung verwenden.

Tabelle 1 –Standardprüfbedingungen

Einflussgrößen	Standardprüfbedingungen (wenn vom Hersteller nicht anders angegeben)
Referenz-Gammastrahlenquelle	^{137}Cs , ^{241}Am , ^{60}Co
Referenz-Neutronenstrahlenquelle	^{252}Cf
Stabilisierungszeit	$\leq 1 \text{ min}$
Umgebungstemperatur	$18 \text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $22 \text{ }^{\circ}\text{C}^{\text{a}}$
Relative Luftfeuchte	$\leq 75 \text{ \%}^{\text{a}}$
Luftdruck	96 kPa bis $106 \text{ kPa}^{\text{a}}$
Gammastrahlungsuntergrund	Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $< 0,25 \text{ }\mu\text{Sv h}^{-1}$
Elektromagnetisches Feld äußeren Ursprungs	Kleiner als der niedrigste Wert, der Störungen verursacht
Magnetische Induktion äußeren Ursprungs	Kleiner als das Zweifache der Induktion aufgrund des Magnetfeldes der Erde
Geräteeinstellungen	Für Normalbetrieb eingestellt
Verunreinigung durch Radionuklide	Vernachlässigbar
a Die Werte in Tabelle 1 sind für Prüfungen in gemäßigten Klimazonen vorgesehen. Unter anderen Klimabedingungen müssen die tatsächlichen Werte der Größen zur Zeit der Prüfung genannt werden. Entsprechend kann in größeren Höhen eine untere Grenze für den Luftdruck von 70 kPa zugelassen werden.	

5.2 Statistische Schwankungen

Bei Umgebungs-, elektromagnetischen und mechanischen Prüfungen sollte, wenn der Umfang der statistischen Schwankungen in der Anzeige des PRDs, die allein aus der zufälligen Art der Strahlung resultieren, ein signifikanter Teil der bei der Prüfung zulässigen Anzeigenänderung ist, das Strahlungsfeld erhöht werden, um sicherzustellen, dass deren Mittelwert mit einer ausreichenden Genauigkeit abgeschätzt werden kann, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen der Prüfung nachzuweisen.

Es wird empfohlen, dass der Variationskoeffizient für jede nominell gemittelte Ablesung $\leq 12 \text{ \%}$ ist. Für Neutronen- oder Gamma-Untergrundmessungen kann es unmöglich sein, einen Variationskoeffizienten zu erhalten, der diese Anforderung erfüllt. Daher können Prüfungen mit Neutronen oder Gammas bei Untergrundpegel (d. h. Prüfungen ohne radioaktive Quelle) auch durchgeführt werden, wenn der Variationskoeffizient größer als $12 \text{ \%}$ ist.

5.3 Allgemeine Informationen zu den Prüfungen

Der Referenzpunkt des Geräts muss am Messpunkt positioniert werden. Das Gerät muss hinsichtlich der Richtung des Strahlenfeldes so wie vom Hersteller angegeben ausgerichtet werden.

Die folgenden Radionuklide müssen bei Prüfungen auf Gammastrahlung benutzt werden: ^{241}Am , ^{137}Cs und ^{60}Co . Bei Neutronenstrahlung ist eine ^{252}Cf -Prüfquelle zu verwenden, die mit einer 4 cm dicken Kugel aus hochdichtem Polyethylen mit einem Radius der inneren Kavität von nicht mehr als 2 cm moderiert ist.

Für die Strahlungsprüfungen in Abschnitt 6 muss das PRD so eingestellt und ausgerichtet werden, wie es benutzt würde. Dies wird erreicht, indem ein Phantom genutzt wird, das einen menschlichen Torso repräsentiert. Das Phantom muss aus Polymethyl-Methacrylat (PMMA) sein. Die Abmessungen des Phantoms müssen 30 cm Breite, 30 cm Höhe und 15 cm Dicke sein. Das PRD muss auf dem Phantom zentriert angebracht werden. Der Referenzpunkt des PRD muss in einer Höhe von mindestens 1 m über dem Boden positioniert werden.

5.4 Geräteinitialisierung

Das zu prüfende Gerät muss unter Standardprüfbedingungen positioniert, eingeschaltet, entsprechend den Anweisungen des Herstellers installiert werden, und es muss ihm eine durch die Herstellerempfehlungen festgelegte Stabilisierungs- und Untergrundmesszeit zugestanden werden. Der gesamte Vorgang ab dem Zeitpunkt des Einschaltens des Gerätes bis zur Bereitschaft zum Normalbetrieb sollte die Stabilisierungszeit von 1 min nicht überschreiten (siehe Tabelle 1). Wenn das Gerät für Untergrundprüfungen und -einstellungen der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung bewegt wird, dann sollte, wenn erforderlich, eine ähnliche Untergrundmess- und Stabilisierungsdauer zugestanden werden.

5.5 Geschwindigkeit der bewegten Quellen

Der PRD muss bei dynamischen Prüfungen in einem Aufbau bewegt werden, der keine andere Abschirmung um die Quelle hat als diejenige, die für die spezielle Prüfung gefordert ist. Die Geschwindigkeit der Quelle muss circa 1,2 m/s betragen (mittlere Schrittgeschwindigkeit), geprüft in einem Abstand der nächsten Annäherung von 1,5 m, wenn nichts anderes für die Prüfung gefordert ist. Wenn der Abstand der größten Annäherung d (angegeben in m) angepasst wird, dann muss die Vorbeiführgeschwindigkeit v (angegeben in m/s) folgendermaßen angepasst werden:

$$v = v_0 \times d/d_0, \text{ wobei } v_0 = 1,2 \text{ m/s und } d_0 = 1,5 \text{ m sind.}$$

Es wird empfohlen, den Prüfabstand der nächsten Annäherung zwischen 1 m und 3 m festzulegen.

Während der dynamischen Prüfungen muss eine Pause von mindestens 10 s zwischen den einzelnen Versuchen eingelegt werden, während der sich die Quelle entweder in einem so großen Abstand befindet, dass sie den Untergrund an der Position des PRDs nicht beeinflusst, oder die Quelle muss während der Pause abgeschirmt werden.

5.6 Funktionsprüfungen

Die Funktionsprüfungen in den Abschnitten 7, 8 und 9 bestehen aus dem Vergleich der Funktionalität des PRDs vor und während (oder nach) einer Umgebungs-, mechanischen oder elektromagnetischen Störung.

Die Vorbereitungen für diese Prüfungen beinhalten die Stabilisierung des PRD unter Standardprüfbedingungen, die Überprüfung der korrekten Funktion (z. B. dass bei einem Anstieg der Dosisleistung um $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ über den Untergrundpegel der Umgebungsstrahlung ein Alarm ausgelöst wird) und der Dokumentation der Anzeige des Geräts. Die Anzeige des PRDs kann eine Anzeige mit Einheit (z. B. in $\mu\text{Sv/h}$, counts/s usw.) oder eine dimensionslose Anzeige (z. B. Anzeige von 1 bis 9, LEDs usw.) sein.

E DIN IEC 62401 (VDE 0493-3-4):2015-10

Die Funktionsprüfung besteht aus zwei Teilen:

a) Alarmprüfung

In den entsprechenden Teilen der Abschnitte 7, 8 und 9 ist festgehalten, ob die Funktionsprüfung während oder nach einer Umgebungs-, mechanischen oder elektromagnetischen Störung durchzuführen ist. Daher muss der PRD während oder nach einer Störung (z. B. bei den Niedrig- und Hochtemperaturextremen) einer ^{137}Cs -Quelle ausgesetzt werden, die eine Umgebungs-Äquivalentdosisleistung von $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ über dem Umgebungsstrahlungsuntergrund liefert. Das Gerät muss Alarm geben.

b) Anzeigeprüfung

Die Anzeige (falls vorhanden) muss dokumentiert und mit der Anzeige während der Vorbereitung verglichen werden. Die Anzeige darf sich um nicht mehr als

- $\pm 30 \%$ (bei Anzeige mit Einheiten),
- oder eine benachbarte Anzeigemöglichkeit (bei dimensionsloser Anzeige) ändern.

ANMERKUNG: Ein Beispiel für solche eine zulässige Änderung auf eine benachbarte Anzeigemöglichkeit bei dimensionsloser Anzeige ist eine Änderung der Anzeige von 5 auf 6 (oder auf 4) oder das An- oder Ausgehen einer zusätzlichen LED.

Nach den Umgebungs-, mechanischen oder elektromagnetischen Störungen darf es keine sichtbaren äußeren Schäden geben und das Gerät muss korrekt so wie vor diesen Prüfungen funktionieren.

6 Anforderungen an die Strahlungsdetektion

6.1 Fehlalarmhäufigkeit

6.1.1 Anforderung

Die Fehlalarmrate darf nicht größer als ein Fehlalarm je Stunde sein.

6.1.2 Prüfverfahren

Der PRD muss bei Untergrundstrahlungspegel 8 h lang beobachtet werden. Die Anzahl der Gamma-Fehlalarme während dieser Zeit darf 3 nicht überschreiten.

ANMERKUNG: Dies entspricht einer einseitigen oberen 95%-Vertrauensbereichsgrenze für 1 Fehlalarm in 1 h bei einer Poissonverteilung.

Wenn der PRD Neutronen detektieren kann, trifft hier die gleiche Anzahl von Neutronen-Fehlalarmen zu.

6.2 Photonenalarm

6.2.1 Anforderungen

Das Gerät muss innerhalb von 2 s einen Alarm auslösen, wenn die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung um $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ($\pm 20 \%$) über den Untergrund für ^{241}Am -, ^{137}Cs - und ^{60}Co -Quellen erhöht wird, die sich mit einer Geschwindigkeit von $1,2 \text{ m s}^{-1}$ ($\pm 10 \%$) in einem Abstand nächster Annäherung von 1,5 m bewegen.

6.2.2 Prüfverfahren

Der PRD wird eingeschaltet und ihm wird erlaubt, sich so wie im Herstellerhandbuch beschrieben zu stabilisieren ohne dass sich irgendwelche Strahlenquellen im Prüfbereich befinden.