

	Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und für die Messung der Dosisleistung (IEC 45B/365/CD:2002)	DIN IEC 62327
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0493 Teil 3-3
ICS 17.240 Einsprüche bis 2002-10-31 Entwurf Environmental and radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radioactive isotopes and for the measurement of dose rate (IEC 45B/365/CD:2002) Instrumentation pour la protection d'environnement et pour la radioprotection – Instruments portables pour la détection et l'identification d'isotopes radioactifs et pour la mesure du débit de dose (CEI 45B/365/CD:2002) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Das internationale Schriftstück IEC 45/365/CD:2002-05 „Environmental and radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radioactive isotopes and for the measurement of dose rate“ ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden. Beginn der Gültigkeit Diese Norm gilt ab ... Fortsetzung Seite 2 bis 27 und 26 Seiten IEC-Original DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung des Internationalen Norm-Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 45B/365/CD\5c\5c\5c\2002 „Environmental and radiation protection instrumentation – Hand-held instruments for the detection and identification of radioactive isotopes and for the measurement of dose rate“.

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 mit aufgenommenen englischen IEC-Text.

Der Internationale Entwurf wurde vom SC 45B „Radiation protection instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben. Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene entstandener Internationaler Norm-Entwurf im Schlussstadium [Final Draft International Standard (FDIS)] zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Abstimmung gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS nur 2 Monate beträgt, und zum FDIS 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 Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für den vorliegenden Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium GUK 967.2 „Aktivitätsmessgeräte für den Strahlenschutz“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

In der Reihe VDE 0493 sind derzeit folgende Teile vorgesehen:

Bezüglich der Überwachung der Luft:

- DIN IEC 60761-1 (VDE 0493 Teil 1-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60761-1:2002).*
- DIN IEC 60761-2 (VDE 0493 Teil 1-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 2: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktive **Aerosole** einschließlich Transuranaerosol-Monitore (IEC 60761-2:2002).*
- DIN IEC 60761-3 (VDE 0493 Teil 1-3), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 3: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktive **Edelgase** (IEC 60761-3:2002).*
- DIN IEC 60761-4 (VDE 0493 Teil 1-4), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 4: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktives **Iod** (IEC 60761-4:2002).*
- DIN IEC 60761-5 (VDE 0493 Teil 1-5), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen zur kontinuierlichen Überwachung von Radioaktivität in gasförmigen Ableitungen – Teil 5: Besondere Anforderungen an Monitore für radioaktives **Tritium** (IEC 60761-5:2002).*
- DIN IEC 61577-1 (VDE 0493 Teil 1-10-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Messgeräte für **Radon und Radonfolgeprodukte** – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61577-1:200x)*
– zur Zeit Entwurf E DIN IEC 61577-1:2000-08.
- DIN IEC 61577-2 (VDE 0493 Teil 1-10-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Messgeräte für **Radon und Radonfolgeprodukte** – Teil 2: Besondere Anforderungen an Radonmessgeräte (IEC 61577-2:200x)* – zur Zeit DIN IEC 61577-2:2001-09.

- DIN IEC 61577-3 (VDE 0493 Teil 1-10-3), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Messgeräte für Radon und Radonfolgeprodukte – Teil 3: Besondere Anforderungen an Messgeräte für Radonfolgeprodukte (IEC 61577-3:2002).*

Bezüglich der Messung von Oberflächen oder Personen:

- DIN IEC 61098 (VDE 0493 Teil 2-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Fest eingebaute Personenkontaminationsmonitore (IEC 61098:200x-xx) – zur Zeit Entwurf E DIN IEC 61098:2001-01.*
- DIN IEC 60325 (VDE 0493 Teil 2-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Tragbare und transportable Kontaminationsmessgeräte und –monitore für Alpha- und Betastrahlung (IEC 60325:200x-xx) – zur Zeit Entwurf E DIN IEC 60325:1999-11.*
- DIN IEC 61582-1 (VDE 0493 Teil 2-3-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen für die in-vivo-Überwachung (Ganz- und Teilkörperzähler) – Allgemeine Anforderungen und festinstallierte Systeme (IEC 61582-1:200x-xx) – zur Zeit Entwurf E DIN IEC 61582-1:2001-03.*
- DIN IEC 61582-2 (VDE 0493 Teil 2-3-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Einrichtungen für die in-vivo-Überwachung (Ganz- und Teilkörperzähler) – Zusätzliche Anforderungen und Prüfverfahren für tragbare und transportable Einrichtungen (IEC 61582-2:200x-xx) – zur Zeit Entwurf E DIN IEC 61582-2:2001-06.*

Bezüglich der Materialüberwachung:

- DIN IEC 62022 (VDE 0493 Teil 3-1), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Monitore für die Überwachung und den Nachweis der Radioaktivität von Gammastrahlen-Emittlern in wiederverwertbaren oder nicht wiederverwertbaren Materialien (IEC 62022:200x-xx) – zur Zeit Entwurf E DIN IEC 62022:2001-06.*
- DIN IEC 62244 (VDE 0493 Teil 3-2), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Fest installierte Monitore für den Nachweis radioaktiven und nuklearen Materials an Staatsgrenzen (IEC 62244:200x-xx) – zur Zeit Entwurf in Vorbereitung.*
- DIN IEC 62327 (VDE 0493 Teil 3-3), *Umwelt- und Strahlenschutz-Messgeräte – Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung radioaktiver Isotope und für die Messung der Dosisleistung (IEC 62327:200x-xx) – der vorliegende Entwurf.*

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 472 S1/A1:1995	IEC 60038:1983 A1:1994 A2:1997	DIN IEC 60038:1987-05 DIN IEC 60038 Beiblatt 1:1992-12	—
EN 60068-2-27:1993	IEC 60068-2-27:1987	DIN EN 60068-2-27:1995-03	—
—	IEC 60846:1999 ^{a)}	— ^{a)}	— ^{a)}
Normen der Reihe EN 61000-4	Normen der Reihe IEC 61000-4	Normen der Reihe DIN EN 61000-4(VDE 0847)	VDE 0847
—	IEC 62244 (WD) ^{b)}	— ^{b)}	— ^{b)}
—	ISO 4037-1:1996	—	—
—	ISO 4037-2:1997	—	—
—	ISO 4037-3:1999	—	—
—	ISO/WD 22188:2001	—	—

^{a)} Die Neuauflage IEC 60846 :2002 wird als DIN IEC 60846 (VDE 0492 Teil 2-1) übernommen werden.

^{b)} Z. Z. Entwurf IEC 45B/366/CD:2002; Norm-Entwurf DIN IEC 62244 (VDE 0493 Teil 3-2) in Vorbereitung.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-27, *Umweltprüfungen - Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken* (IEC 60068-2-27:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:1993.

Normen der Reihe

DIN EN 61000-4 (VDE 0847), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)*.

DIN IEC 60038, *IEC-Normspannungen; Identisch mit IEC 60038, Ausgabe 1983*.

DIN IEC 60038 Beiblatt 1, *IEC-Normspannungen – Ergänzende Hinweise zum Stand der internationalen Normung und europäischen Harmonisierung der Netz-Nennspannung 230/400 V sowie Auswirkungen bei der Umstellung von 220/380 V*.

Deutsche Übersetzung

Strahlenschutz-Messgeräte
Handgeräte für den Nachweis und die Identifizierung von Radionukliden und für
die Messung der Dosisleistung

Inhalt

	Seite
Vorwort	7
Einführung	8
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
3.1 Allgemeines	9
3.2 Definitionen	9
3.3 Begriffe bei Prüfungen	9
4 Allgemeine Eigenschaften der Messanordnungen	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Strahlungsdetektoren	10
4.3 Energiekalibrierung und Spektrumsstabilisierung	10
4.4 Software	10
4.5 Anwender-Interface	10
5 Allgemeine Prüfverfahren	11
5.1 Art der Prüfungen	11
5.2 Referenzbedingungen und Standardprüfbedingungen	11
5.3 Statistische Schwankungen	11
6 Leistungsanforderungen bei der Radionuklididentifikation	11
6.1 Anforderungen bei Radionuklididentifikationen	11
6.2 Prüfverfahren	12
7 Lokalisierung radioaktiver Stoffe	12
7.1 Leistungsanforderungen	12
7.2 Suchlogik	13
7.3 Alarmschwelle	13
7.4 Einstelldauer	13
7.5 Fehlalarmrate	13
7.6 Suchempfindlichkeit	13
7.7 Empfindlichkeit für Neutronenstrahlung	13
8 Dosisleistungsmessung – Photonenstrahlung	14
8.1 Relative Eigenabweichung	14
8.2 Anforderungen an die Genauigkeit des Alarmpegels	15
8.3 Änderung des Ansprechvermögens mit der Photonenstrahlungsenergie und dem	

	Seite
Einfallswinkel.....	15
8.4 Übersteuerungseigenschaften.....	16
8.5 Einstelldauer.....	16
8.6 Fehlalarmrate.....	16
8.7 Dosisleistungsanzeige – Neutronenstrahlung.....	17
8.8 Ansprechvermögen der Neutronen-Dosisleistungsanzeige für Photonenstrahlung.....	17
9 Elektrische und umgebungsbezogene Leistungsanforderungen.....	17
9.1 Anwärmzeit.....	17
9.2 Stromversorgung - Batteriebetrieb.....	18
10 Mechanische Eigenschaften.....	18
10.1 Mechanische Erschütterung während des Betriebs.....	18
11 Umgebungsbezogene Eigenschaften, Leistungsanforderungen und Prüfungen.....	18
11.1 Einfluss der Umgebungstemperatur.....	18
11.2 Relative Luftfeuchte.....	19
11.3 Lagerung und Transport.....	19
11.4 Elektromagnetische Verträglichkeit.....	19
12 Dokumentation.....	19
12.1 Zertifikat.....	19
13 Betriebs- und Wartungsanleitung.....	20
Anhang A (informativ) Häufige Gründe für harmlosen Alarm.....	21
A.1 In der Medizin häufig verwendete Radionuklide.....	21
A.2 Natürlich vorkommende radioaktive Stoffe.....	21
A.3 Radionuklide, die häufig in Industrie und Forschung verwendet werden.....	22
A.4 Radionuklide, die typischerweise in Fällen illegalen Handels vorkommen.....	22
A.5 Andere radioaktive Stoffe.....	23
Anhang B (informativ) Lokalisierung radioaktiver Stoffe.....	24
B.1 Allgemeine Vorbereitung der Suche.....	24
B.2 Absuchung von Personen.....	24
B.3 Absuchung von Paketen oder Frachtgut.....	24
B.4 Absuchung von Motorfahrzeugen.....	25
Anhang C (informativ) Messungen zur Strahlensicherheit.....	26
C.1 Position der radioaktiven Quelle.....	26
C.2 Abschätzung radiologischer Risiken.....	26
Literaturhinweise.....	27
Tabelle 1 – Referenz- und Standardprüfbedingungen.....	20

Vorwort

- 1) Die IEC (Internationale Elektrotechnische Kommission) ist eine weltweite Normungsorganisation, die alle Nationalen Elektrotechnischen Komitees (Nationale Komitees der IEC) umfasst. Die IEC hat das Ziel, die internationale Zusammenarbeit in allen Fragen der Normung auf dem Gebiet der Elektrotechnik und Elektronik zu fördern. Zu diesem Zweck und neben anderen Aktivitäten veröffentlicht die IEC Internationale Normen. Mit der Vorbereitung sind die Technischen Komitees beauftragt. Jedes Nationale Komitee der IEC, das an dem behandelten Thema interessiert ist, darf an dieser Vorbereitungsarbeit teilnehmen. Internationale Organisationen, Regierungs- und Nichtregierungsstellen, die mit der IEC in Verbindung stehen, nehmen ebenfalls an diesen Vorbereitungsarbeiten teil. Die IEC arbeitet eng mit der Internationalen Organisation für Normung (ISO) nach den in der Vereinbarung zwischen beiden Organisationen festgelegten Bedingungen zusammen.
- 2) Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten Nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
- 3) Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar, die als Normen, Fachberichte oder Leitlinien veröffentlicht werden und als solche von den Nationalen Komitees angenommen sind.
- 4) Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, verpflichten sich die Nationalen Komitees der IEC, Internationale Normen der IEC so durchschaubar wie möglich in ihren nationalen und regionalen Normen anzuwenden. Jede Abweichung zwischen der IEC-Norm und der entsprechenden nationalen oder regionalen Norm muss in dieser deutlich gekennzeichnet werden.
- 5) Die IEC hat kein Verfahren für die Kennzeichnung der Konformität festgelegt und übernimmt keine Verantwortung, wenn ein Gegenstand als konform mit einer ihrer Normen erklärt wird.
- 6) Es besteht die Möglichkeit, dass Bestandteile dieser Internationalen Norm Gegenstand von Patentrechten sind. Die IEC hat nicht die Verantwortung, das Vorhandensein solcher Patentrechte festzustellen und auf deren Existenz hinzuweisen.

Die Internationale Norm IEC XXX wurde vom Unterkomitee 45B „Radiation Protection Instrumentation“ des Technischen Komitees 45 „Nuclear Instrumentation“ der IEC ausgearbeitet.

Der Text dieser Norm basiert auf den folgenden Dokumenten:

FDIS	Abstimmungsbericht
XX/XX/FDIS	XX/XX/RVD

Ausführliche Auskunft über die Abstimmung zur Genehmigung dieser Norm gibt der in obiger Tabelle zitierte Abstimmungsbericht.

Diese Norm wurde entsprechend ISO/IEC-Direktive, Teil 2 erstellt.

Das Komitee hat entschieden, dass diese Publikation bis XXXX unverändert bleiben soll. Dann wird die Publikation entsprechend der Entscheidung des Komitees

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine überarbeitete Ausgabe ersetzt oder
- geändert.

Einführung

Die unerlaubte und unbeabsichtigte Beförderung von Kernmaterialien und anderen radioaktiven Stoffen¹⁾, z.B. in Form von Strahlenquellen, kontaminiertem Metallschrott oder Kernmaterial, ist zu einem Problem 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 das unerlaubte Handeln mit Kernmaterialien und anderen radioaktiven Stoffen kein neues Phänomen ist, hat die Besorgnis über einen nuklearen „Schwarzen Markt“ in den letzten Jahren erheblich zugenommen, insbesondere im Hinblick auf sein bedrohliches terroristisches Potential.

Als Reaktion auf die Technik-Politik der Internationalen Atomenergieorganisation (IAEO), der Weltzollorganisation (WCO) und der Internationalen Kriminalpolizeiorganisation (Interpol) hinsichtlich des Nachweises und der Identifikation von Kernmaterialien sowie im Hinblick auf allgemeine Sicherheitsbestrebungen entwickeln und produzieren die Hersteller nuklearer Instrumentierung festinstallierte Strahlungsmonitore und andere Geräte, die dazu benutzt werden, zur Vorbeugung gegen die unerlaubte Beförderung von nuklearen und radioaktiven Stoffen beizutragen. Diese Art von nuklearer Instrumentierung findet für Sicherheitszwecke in Kernanlagen, an Grenzkontrollstellen, auf internationalen See- und Flughäfen und beim Zoll breite Anwendung. Um jedoch eine Harmonisierung der Messungen in den verschiedenen Ländern und eine Konsistenz der Messergebnisse sicherzustellen, ist es unumgänglich, dass kommerzielle Strahlungsmessgeräte nach strengen Vorgaben gebaut werden, die auf vereinbarten Betriebsanforderungen beruhen, die in dieser Internationalen Norm festgehalten sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für Handgeräte zum Nachweis und zur Identifizierung von Radionukliden wie auch für Handgeräte mit Dosisleistungsanzeige. Sie gilt nicht für hochauflösende Gammastrahlenspektrometer mit Detektoren aus hochreinem Germanium (HpGe) oder ähnliche Geräte, wie sie in Laboratorien verwendet werden. Diese Internationale Norm legt Anforderungen an Handspektrometer für Gammastrahlung fest, insbesondere an die Detektoren, die elektronischen Vielkanalanalysatoren, die Identifizierungssoftware, die Radionuklidbibliotheken und die Geräteanzeige. Weiterhin werden sowohl allgemeine Eigenschaften, allgemeine Prüfverfahren und strahlungsbezogene Eigenschaften als auch elektrische, mechanische, sicherheits- und umgebungsbezogene Eigenschaften, die die Geräte haben sollen, festgelegt. Diese Internationale Norm gibt Leitfäden für die Auswahl geeigneter Radionuklidbibliotheken für radioaktive Stoffe an, die am häufigsten an Grenzübergängen nachgewiesen wurden. Die entsprechenden Einrichtungen wurden ursprünglich für die Suche nach Strahlenquellen und Messungen für die Strahlensicherheit verwendet. In dieser Internationalen Norm wird die Tatsache berücksichtigt, dass solche Geräte hauptsächlich von Grenzschutzbeamten benutzt werden, die normalerweise keine Strahlenfachleute sind. Dies erfordert einen anwenderfreundlichen Bau der Geräte und deren Betrieb mit hohem Grad inhärenter Sicherheit.

2 Normative Verweisungen

Die nachfolgenden 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 60038:1983-01; am1:1994-09; am2:1997-10, *IEC standard voltages*

IEC 60068-2-27:1987-06, *Environmental testing - Part 2: Tests - Test Ea and guidance: Shock*

IEC 61000-4 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC), Testing and measurement techniques*

IEC 60846:1999, *Radiation protection instrumentation - Ambient and/or directional dose equivalent rate meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation*

¹⁾ Da alle Kernmaterialien, d.h. U, Pu und Th, auch radioaktiv sind, schließt der Begriff "radioaktive Stoffe" in dieser Norm immer Kernmaterialien ein.

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 1: Radiation characteristics and production methods*

ISO 4037-2:1997, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 2: Dosimetry for radiation protection over the energy ranges 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV*

ISO 4037-3:1999, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and dose rate meters and for determining their response as a function of photon energy - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the measurement of their response as a function of energy and angle of incidence*

ISO/WD 22188:2001, *Monitoring for inadvertent movement and illicit trafficking of radioactive material*

IEC 62244 (WD 2002), *Installed radiation monitors for the detection of radioactive and nuclear materials at national borders*

3 Begriffe

3.1 Allgemeines

Alle technischen Begriffe sind so definiert wie in IEC 60050-393, IEC 60050-394 und IEC 60359, wenn nichts anderes angegeben ist. Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die nachfolgenden Definitionen von dosimetrischen Begriffen und Größen.

3.1.1

Sievert

(en: sievert)

SI-Einheit der Äquivalentdosis, J kg^{-1} , mit dem besonderen Namen Sievert (Sv)

$$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$$

3.1.2

Umgebungs-Äquivalentdosis

$H^*(10)$

(en: ambient dose equivalent)

Äquivalentdosis an einem Punkt in einem Strahlungsfeld, die durch das zugehörige ausgerichtete und aufgeweitete Feld in einer Tiefe von 10 mm in der ICRU-Kugel auf dem Radius erzeugt wird, der dem ausgerichteten Strahlungsfeld entgegengerichtet ist. Die Umgebungs-Äquivalentdosisrate ist das Verhältnis von $dH^*(10)$ durch dt , wobei $dH^*(10)$ die differentielle Änderung der Umgebungs-Äquivalentdosisrate im Zeitintervall dt ist. Einheiten der Umgebungs-Äquivalentdosisrate sind beliebige Quotienten des Sievert oder dessen dezimalen Vielfachen und Vielfachen einer geeigneten Zeiteinheit.

(z. B. mSv h^{-1})

3.2 Definitionen

3.3 Begriffe bei Prüfungen

3.3.1

Qualifikationsprüfungen

(en: qualification tests)

Prüfungen, die durchgeführt werden, um nachzuweisen, dass die Anforderungen einer Spezifikation erfüllt werden; Qualifikationsprüfungen werden unterteilt in die weiter unten definierten Typprüfungen und Stückprüfungen

3.3.2

Typprüfung

(en: type test)

Konformitätsprüfung auf der Grundlage eines oder mehrerer für die Produktion repräsentativer Muster eines Produkts

3.3.3

Stückprüfung

(en: routine test)

Prüfung jedes einzelnen Geräts oder Bauteils während oder nach der Fabrikation zum Nachweis, dass es bestimmte Anforderungen erfüllt

3.3.4

Abnahmeprüfung

(en: acceptance test)

Vertraglich festgelegte Prüfung zum Nachweis gegenüber dem Kunden, dass das Gerät oder das Bauteil bestimmte Anforderungen seiner Spezifikation erfüllt

3.3.5

Ergänzungsprüfung

(en: supplementary test)

Prüfungen, die ergänzende Kenntnisse über bestimmte Eigenschaften des Geräts liefern sollen

4 Allgemeine Eigenschaften der Messanordnungen

4.1 Allgemeines

Diese Geräte werden zur Identifizierung, den Nachweis und die Lokalisierung radioaktiver Stoffe wie auch für die Dosisleistungsanzeige zu Strahlensicherheitszwecken verwendet. Typischerweise messen sie das Gammastrahlenspektrum und identifizieren das Radionuklid durch Vergleich mit einer internen Radionuklidbibliothek. Es sind batteriebetriebene Handgeräte, die bei Feldmessungen eingesetzt werden.

4.2 Strahlungsdetektoren

Geräte dieser Art können für die verschiedenen Anwendungen mehr als einen Detektor enthalten. Mindestens einer dieser Detektoren muss zwischen Neutronen- und Gammastrahlung unterscheiden können. Gammastrahlungsdetektoren für spektrometrische Messungen müssen ausreichende Energieauflösung, Empfindlichkeit und Stabilität haben, um die für die Radionuklididentifikation erforderlichen Gammalinien aufzulösen.

4.3 Energiekalibrierung und Spektrumsstabilisierung

Für eine zuverlässige Radionuklididentifikation ist eine präzise und stabile Energiekalibrierung wesentlich, die sich als Funktion der Temperatur, Batteriespannung oder Zählrate nicht ändert. Die Geräte sollten deshalb die Möglichkeit einer Selbstkalibrierung bieten, die automatisch abläuft oder andernfalls während des Feldbetriebs leicht durchgeführt werden kann.

4.4 Software

Zur Identifizierung der in Abschnitt 6.1 zusammengestellten Radionuklide, möglichst auch bei Gegenwart anderer Störnuklide, ist in das Gerät integrierte Software erforderlich. Die Zusammenstellung, Überarbeitung und Optimierung der verwendeten Radionuklidbibliotheken ist wichtig und darf nur durch den Hersteller oder einen autorisierten Anwender erfolgen.

4.5 Anwender-Interface

Das Gerät sollte haben

- eine unter verschiedenen Lichtverhältnissen leicht ablesbare Anzeige,
- eine begrenzte Anzahl von Knöpfen und Tasten für den Routinebetrieb,
- eine einfache Menüstruktur, die leicht intuitiv verfolgt werden kann,
- wenigstens zwei unterschiedliche Betriebsarten: den einfachen Routinebetrieb und einen anspruchsvolleren Betrieb durch Fachleute.

Ein Gammastrahlenspektrum muss für den Routinebetrieb nicht angezeigt werden, sollte aber auf einer tieferen Menüstufe für die Diagnostik durch einen Fachmann verfügbar sein. Es muss die Möglichkeit bestehen, Spektren in einem Festspeicher aufzubewahren und sie auf einen Rechner oder über eine Fernverbindung zur Sichtung durch einen Fachmann zu übertragen, wenn die Probleme vor Ort nicht geklärt werden können. Wenn während des Routinebetriebs ein Radionuklid nicht eindeutig identifiziert werden kann, muss eine Meldung wie „nicht identifiziert“ oder „weitere Messung erforderlich“ angezeigt werden. Hörbare und visuelle Anzeigen bei Alarmsituationen müssen verfügbar sein.

5 Allgemeine Prüfverfahren

5.1 Art der Prüfungen

Wenn in den einzelnen Abschnitten nichts anderes festgelegt ist, sind alle in dieser Norm aufgeführten Prüfungen als Typprüfungen zu betrachten (siehe 3.3.2). Auf Grund einer Vereinbarung zwischen Kunde und Lieferant können bestimmte Prüfungen als Abnahmeprüfungen verstanden werden (siehe 3.3.4).

5.2 Referenzbedingungen und Standardprüfbedingungen

Die Referenzbedingungen sind in der zweiten Spalte von Tabelle 1 angegeben. Wenn nichts anderes festgelegt ist, müssen Prüfungen nach dieser Norm unter Standardprüfbedingungen, die in der dritten Spalte von Tabelle 1 angegeben sind, durchgeführt werden. Für solche Prüfungen unter Standardprüfbedingungen müssen die Werte für Temperatur, Luftdruck und relative Feuchte zum Zeitpunkt der Messung angegeben und geeignete Korrekturen angebracht werden, um das Ansprechvermögen unter Referenzbedingungen zu erhalten. Die Werte jeglicher Korrekturen sollten protokolliert werden.

Für solche Prüfungen, die der Bestimmung der Auswirkung von Veränderungen der in Tabelle 1 angegebenen Einflussgrößen dienen sollen, sollten alle anderen Einflussgrößen innerhalb der in Tabelle 1 angegebenen Grenzen der Standardprüfbedingungen konstant gehalten werden, wenn bei dem betreffenden Prüfverfahren nichts anderes festgelegt ist.

5.3 Statistische Schwankungen

Bei jeder Prüfung, bei der eine Strahlungsmessung erfolgt, muss eine ausreichend große Anzahl von Ableisungen vorgenommen werden, um sicherzustellen, dass der Mittelwert der abgelesenen Werte genügend genau ist und gezeigt wird, dass Übereinstimmung mit den Prüfanforderungen besteht und die Größe der statistischen Schwankungen des Ergebnisses, die allein auf dem Zufallscharakter der Strahlungsemission beruht, nicht signifikant ist. Die Intervalle zwischen den Ableisungen müssen genügend lang sein, um die statistische Unabhängigkeit der abgelesenen Werte zu gewährleisten.

6 Leistungsanforderungen bei der Radionuklididentifikation

6.1 Anforderungen bei Radionuklididentifikationen

Die Radionuklide von größtem Interesse und solche, auf die man am häufigsten stößt, sind im Folgenden in vier verschiedenen Kategorien, innerhalb jeder mit aufsteigender Ordnungs- und Massenzahl, aufgelistet:

- Kernmaterialien: ^{233}U , ^{235}U , ^{239}Pu ;
- medizinische Radionuklide: ^{67}Ga , $^{99}\text{Tc}^{\text{m}}$, ^{111}In , Iod (^{123}I , ^{125}I , ^{131}I), ^{133}Xe , ^{201}Tl ;
- natürlich vorkommende radioaktive Stoffe: ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U ;

E DIN IEC 62327 (VDE 0493 Teil 3-3):2002-09

- industrielle Radionuklide: ^{57}Co , ^{60}Co , ^{133}Ba , ^{137}Cs , ^{192}Ir , ^{226}Ra , ^{241}Am .

ANMERKUNG Bei Uran, Plutonium und Iod reicht es aus, nur das Element und die Kategorie anzuzeigen.

Geräte mit Radionuklididentifikation müssen in der Lage sein, alle oben aufgelisteten Radionuklide zu identifizieren und ihre Kategorie anzuzeigen.

6.2 Prüfverfahren

Wird ein Gerät entsprechend den Anweisungen des Herstellers in Betrieb genommen, muss es die folgenden Radionuklide identifizieren können, wenn die Strahlenquellen am Bezugspunkt des Detektors, sei er nun abgeschirmt oder nicht, eine Gammastrahlungs-Dosisleistung von $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1} \pm 30\%$ über einem Untergrund im Bereich von $(90 \pm 30) \text{ nSv h}^{-1}$ erzeugen. Die maximale Dosisleistung für die Identifikation sollte $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ sein.

- Ohne Abschirmung, in 1 min: ^{111}In , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{201}Tl , ^{67}Ga , ^{133}Xe , ^{125}I , ^{123}I , ^{131}I , ^{192}Ir ;
- hinter einer Abschirmung von 3 mm Stahl, in 2 min: ^{235}U , ^{238}U , ^{57}Co , ^{241}Am ;
- hinter einer Abschirmung von 5 mm Stahl, in 2 min: ^{239}Pu , ^{233}U , ^{133}Ba , ^{40}K , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{137}Cs , ^{60}Co , ^{192}Ir .

Die folgenden Radionuklide sollten, wenn sie gemeinsam auftreten, innerhalb 1 min identifiziert werden. Bei jeder Prüfung sollte das erste Radionuklid in jeder Gruppe am Detektor (ohne Abschirmung) eine Gammastrahlungs-Dosisleistung von $5 \mu\text{Sv h}^{-1} \pm 30\%$, das zweite Radionuklid von $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1} \pm 30\%$ über dem Untergrund erzeugen.

- $^{137}\text{Cs} + ^{239}\text{Pu}$, $^{131}\text{I} + ^{235}\text{U}$, $^{57}\text{Co} + ^{235}\text{U}$, $^{133}\text{Ba} + ^{239}\text{Pu}$.

Zusätzlich sollten die folgenden drei Radionuklide innerhalb 1 min identifiziert werden, wenn jedes am Detektor (ohne Abschirmung) eine Gammastrahlungs-Dosisleistung von $5 \mu\text{Sv h}^{-1} \pm 30\%$ über dem Untergrund erzeugt:

- $^{235}\text{U} + ^{238}\text{U} + ^{239}\text{Pu}$.

Für den Fall, dass eine richtige Identifizierung eines bestimmten Radionuklids nicht erreicht werden kann, ist es wichtig, dass eine Meldung wie „nicht identifiziert“ angezeigt wird, nicht aber ein falsches Radionuklid. In einem solchen Fall sollte die Messung mit längerer Messzeit wiederholt werden.

7 Lokalisierung radioaktiver Stoffe

Handgeräte zur Radionuklididentifikation werden auch zur manuellen Suche nach Personen und Kraftfahrzeugen verwendet, um das Vorhandensein von radioaktiven Stoffen nachzuweisen. Ein hörbares Signal meldet den Nachweis von Radionukliden und erlaubt so dem Anwender, sich voll auf die Suche zu konzentrieren, ohne auf die Geräteanzeige achten zu müssen. Für eine wirkungsvolle Suche muss das Gerät in sich abgeschlossen (keine externen Detektoren oder Kabel), robust und leicht genug sein, um über längere Zeit den einhändigen Betrieb zu ermöglichen.

7.1 Leistungsanforderungen

Das Gerät sollte so gebaut sein, dass es keine äußere Verdrahtung und keinen äußeren Detektormesskopf gibt. Zur Stromversorgung muss es mit wiederaufladbaren und/oder primären Batterien ausgestattet sein und nach einer einzigen Aufladung über mehr als 50 h betrieben werden können. Die Wiederaufladung muss innerhalb weniger als 8 h möglich sein. Das Gerät darf einschließlich der Batterien nicht mehr als 2 kg wiegen. Die äußeren Abmessungen des Geräts dürfen 20 cm in der Breite, 30 cm in der Länge und 15 cm in der Tiefe nicht überschreiten. Das Gerät muss mit einer großen fünfstelligen numerischen Flüssigkristallanzeige ausgestattet sein, die die mittlere Detektorzählrate in Zählereignissen je Sekunde angibt. Das Gerät muss in einem Temperaturbereich von -15 °C bis $+50\text{ °C}$ betrieben werden können.

7.2 Suchlogik

Das Gerät muss in Innenräumen und im Freien durch Personal mit minimalem Training und wenig Erfahrungen verwendet werden können. Die Alarmanzeige muss so erfolgen, dass der Betreiber die Zählrate im Alarmfall nicht interpretieren muss. Das Gerät muss eine Alarmsituation durch ein eindeutiges, niederfrequentes (2 kHz) und hörbares Signal anzeigen.

7.3 Alarmschwelle

Der Alarmpegel muss unter Berücksichtigung des mit dem Gerät selbst gemessenen Strahlungsuntergrunds festgelegt werden. Der Alarmpegel muss je nach Bedarf manuell aktualisiert werden, so dass beim Vergleich zwischen Ausgangssignal und Alarmpegel während der Untersuchung von Personen oder Objekten der richtige Untergrund zugrunde gelegt wird.

7.4 Einstelldauer

Wird das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät innerhalb 1 s einer stufenförmigen Zunahme der Äquivalentdosisleistung vom Untergrundpegel auf einen Wert von $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ und danach einem konstanten Wert von $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ausgesetzt, muss die Anzeige innerhalb von 2 s wenigstens $0,25 \mu\text{Sv h}^{-1}$ erreichen.

7.5 Fehlalarmrate

Die Rate von Alarmanzeigen, die bei den spezifischen Untergrundbedingungen nicht durch eine radioaktive Quelle verursacht werden, darf innerhalb einer Betriebsdauer von 12 h nicht größer als 1 Fehlalarm je Minute sein, d.h. nicht mehr als 100 Fehlalarme in wenigstens 100 min.

7.6 Suchempfindlichkeit

Der Monitor muss in der Lage sein, die Prüfquellennormale 10-g-Uran und 0,29-g-Plutonium der *American Society for Testing and Materials (ASTM)* nachzuweisen. Die Prüfergebnisse müssen verifizieren, dass bei einem Vertrauensniveau von wenigstens 95 % die Nachweiswahrscheinlichkeit größer als 0,5 ist, wenn die Quellen vor dem Gerät mit einer Geschwindigkeit von 0,5 m/s in der kürzesten Entfernung von 0,25 m vorbeigeführt werden. Das Gerät muss sowohl die Uran- als auch die Plutoniumquelle nachweisen können, ohne dass zwischen den Prüfungen an dem Gerät etwas verändert wird. Das ASTM-Uran-Prüfquellennormal ist eine Kugel (oder ein Würfel) aus Metall mit 10 g ^{235}U (10,7 g U), die (bzw. der) wenigstens 93 % ^{235}U und weniger als 0,25 % Verunreinigungen enthält. Das ASTM-Plutonium-Prüfquellennormal ist eine Kugel (oder ein Würfel) aus Metall mit 0,29 g ^{239}Pu , die (bzw. der) wenigstens 93 % ^{239}Pu , weniger als 6,5 % ^{240}Pu und weniger als 0,5 % Verunreinigungen enthält. Bei der Plutoniumquelle muss ein Cadmiumfilter verwendet werden, um die Auswirkungen von ^{241}Am zu verringern, einem Plutonium-Zerfallsprodukt, das sich mit der Zeit langsam aufbaut und in zunehmendem Maße 60-keV-Strahlung emittiert. Das Cadmiumfilter sollte 0,04 cm dick sein, wenn seit der Trennung der Plutonium-Zerfallsprodukte drei oder mehr Jahre vergangen sind. Sind zehn oder mehr Jahre seit der Trennung vergangen, sollte ein 0,08 cm dickes Filter verwendet werden.

ANMERKUNG Pu und U sollen durch Am und Co ersetzt werden.

7.7 Empfindlichkeit für Neutronenstrahlung

Ist das Gerät für Neutronennachweis ausgelegt, sollte der Detektor einen Alarm geben, wenn er dem Neutronenfluss einer ^{252}Cf -Quelle von $0,01 \mu\text{g}$ (annähernd 20 000 Neutronen/s) für eine Dauer von 10 s in einer Entfernung von 0,25 m ausgesetzt ist und wenn die Gammastrahlung auf weniger als 1 % abgeschirmt wird. Die Wahrscheinlichkeit, diese Alarmsituation nachzuweisen, sollte 99 % sein, d.h. es darf nicht mehr als 100 Fehlalarme bei 10 000 Expositionen geben.

8 Dosisleistungsmessung – Photonenstrahlung

8.1 Relative Eigenabweichung

8.1.1 Anforderungen

Unter Standardprüfbedingungen darf die relative Eigenabweichung des Ansprechvermögens des Äquivalentdosisleistungs-Messgeräts für die Referenzgammastrahlung von ^{137}Cs einen Betrag von $\pm 30\%$ für alle Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen von $1\ \mu\text{Sv h}^{-1}$ bis $10\ \text{mSv h}^{-1}$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG Diese Eigenabweichung gilt zusätzlich zur Unsicherheit des Werts der richtigen Umgebungs-Äquivalentdosisleistung u_c .

8.1.2 Prüfverfahren

kein Text

8.1.3 Prüfstrahlung

Die richtige Umgebungs-Äquivalentdosisleistung, die von der Referenzgammastrahlung von ^{137}Cs am Prüfpunkt erzeugt wird, muss bei der Prüfung mit einer Unsicherheit u_c von weniger als 10% bei einem Vertrauensniveau von 95% bekannt sein. Um konform mit dieser Norm zu sein, müssen für die Konversionsfaktoren beim Übergang von Standardionendosis oder Luftkerma zur Umgebungs-Äquivalentdosis genaue Werte für monoenergetische Strahlung gewählt werden. Es kann angenommen werden, dass sie nicht mehr als 2% zur Unsicherheit bei der Bestimmung der richtigen Richtungs-Äquivalentdosisleistung beitragen, wenn es sich um solche Spektren in den Tabellen von ISO 4037-3 handelt, die nicht durch eine Fußnote gekennzeichnet sind.

8.1.4 Durchzuführende Prüfungen

An einem oder mehreren Äquivalentdosisleistungs-Messgeräten einer Produktionsreihe muss eine Typprüfung, an jedem Gerät eine Stückprüfung durchgeführt werden.

8.1.4.1 Typprüfung

Bei digital anzeigenden Äquivalentdosisleistungs-Messgeräten muss die Prüfung bei wenigstens zwei Werten für jede angezeigte Größenordnung der Äquivalentdosisleistung durchgeführt werden. Es wird empfohlen, für jede Größenordnung diese Werte bei annähernd 20% und 80% zu wählen.

8.1.4.2 Stückprüfung

Die Stückprüfung muss aus Messungen der relativen Eigenabweichung bestehen, die bei annähernd 20% der empfindlichsten (niedrigsten) Dekade und 80% der unempfindlichsten (höchsten) Dekade durchzuführen sind.

Verfahren der Interpretation von Beobachtungen

Bei der Beurteilung, ob die Anforderungen in 8.1.1 erfüllt sind, muss man die prozentuale Unsicherheit u_c (bei einem Vertrauensniveau von 95%) der bei der Prüfung angenommenen Werte für die richtige Äquivalentdosisleistung berücksichtigen.

Wenn keiner der beobachteten Werte um mehr als $\pm (30\% + u_c)$ von der richtigen Äquivalentdosisleistung abweicht, können die Anforderungen in 8.1.1 als erfüllt betrachtet werden.

8.2 Anforderungen an die Genauigkeit des Alarmpegels

8.2.1 Gammadosisleistungs-Alarm - Anforderungen

Bei einem Untergrundpegel von $0,2 \mu\text{Sv h}^{-1} \pm 10 \%$ muss ein Alarm ausgelöst werden, wenn die Dosisleistung um $0,2 \mu\text{Sv h}^{-1}$ für eine Dauer von 3 s erhöht wird. Die Wahrscheinlichkeit, diese Alarmsituation nachzuweisen, muss 90 % sein, d. h. es darf nicht mehr als 10 Fehlalarme bei 100 Expositionen geben. Diese Anforderung muss für Gammastrahlung im gesamten Energiebereich zwischen 60 keV und 1,5 MeV erfüllt werden (zu prüfen mit ^{241}Am , ^{137}Cs und ^{60}Co).

8.2.2 Prüfverfahren

Noch festzulegen

8.3 Änderung des Ansprechvermögens mit der Photonenstrahlungsenergie und dem Einfallswinkel

Das Ansprechvermögen des Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Messgeräts für Photonenstrahlung im kombinierten Nennbereich der Photonenenergie und des Einfallswinkels darf sich vom Ansprechvermögen für die Photonenreferenzstrahlung von ^{137}Cs um nicht mehr als $\pm 40 \%$ unterscheiden. Der minimale kombinierte Nennbereich der Photonenenergie und des Einfallswinkels der Strahlung geht von 30 keV bis 3 MeV und 0° bis $\pm 45^\circ$.

8.3.1 Prüfverfahren

Die Prüfungen müssen mit der Reihe der schmalen Spektren der Strahlenqualitäten von ISO 4037-1 durchgeführt werden.

Um die Anzahl der Messungen zu minimieren, wird in einem ersten Schritt die minimale Photonen-Nennenergie bestimmt, bei der beide Anforderungen an Energie- und Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens erfüllt sind.

Die Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens für Einfallswinkel $\alpha = 0^\circ$, bezogen auf den Wert bei der ^{137}Cs -Gammastrahlenenergie, $R(E, 0^\circ)$, wird an den Punkten der mittleren Energien der Reihe der schmalen Spektren, E_j , gemessen und als Funktion der Photonenenergie aufgezeichnet.

Die Photonenenergie, bei der das Ansprechvermögen unter 60 % abfällt, wird bestimmt. Für die Strahlenqualität der Reihe der schmalen Spektren mit mittleren Energien oberhalb der so bestimmten Photonenenergie wird das Ansprechvermögen für Einfallswinkel von $\alpha = \pm 30^\circ$ und $\alpha = \pm 45^\circ$ bestimmt, und zwar in zwei zueinander senkrechten Ebenen, die die Referenzrichtung durch den Bezugspunkt des Äquivalentdosis (leistungs)-Messgeräts enthalten. Wenn für diese Strahlenqualität alle Werte des Ansprechvermögens oberhalb 60 % liegen, muss das Verfahren mit dem schmalen Spektrum mit der nächst niedrigeren mittleren Photonenenergie wiederholt werden. Andernfalls muss das schmale Spektrum mit der nächst höheren mittleren Energie verwendet werden.

Für beide in der Prüfung verwendete Strahlenqualitäten werden alle gemessenen Ansprechvermögen als Funktion der Photonenenergie aufgezeichnet. Je zwei zueinander gehörige Ansprechvermögen müssen durch eine Gerade verbunden werden. Die minimale Nennenergie der Photonen ergibt sich aus dem Schnittpunkt der Geraden mit dem 60 %-Ansprechvermögen bei der niedrigsten Energie.

In einem zweiten Schritt müssen weitere Strahlenqualitäten im Gebrauchsbereich gewählt werden, um zu zeigen, dass alle normierten Ansprechvermögen $R(E_j, \alpha)$ zwischen 60 % und 140 % liegen. Eine Strahlenqualität wird durch die maximale Energie des Gebrauchsbereichs festgelegt. Wenn die zuvor bestimmten normierten Ansprechvermögen $R(E_j, 0^\circ)$ Extremwerte in diesem Bereich haben, dann sind die entsprechenden Strahlenqualitäten für weitere Prüfungen zu verwenden. Andernfalls muss mindestens eine Strahlenqualität innerhalb des Bereichs gewählt werden.

Im Prinzip ist es wünschenswert, dass diese Prüfung bei der gleichen Äquivalentdosisleistung für alle Strahlenqualitäten erfolgt. In der Praxis mag dies nicht möglich sein. In diesem Fall muss die angezeigte Äquiva-

E DIN IEC 62327 (VDE 0493 Teil 3-3):2002-09

lentsdosisleistung für jede Strahlenqualität für die relative Eigenabweichung der angezeigten Äquivalentdosisleistung korrigiert werden (siehe 6.2.1).

ANMERKUNG Wenn die Konstruktion des Dosimeters und insbesondere die Filter für die Energiekompensation keinen Grund zu der Annahme geben, dass die Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens nicht monoton von $\alpha = 0^\circ$ bis $\alpha = \pm 45^\circ$ verläuft, kann die Prüfung bei $\alpha = \pm 30^\circ$ weggelassen werden.

8.4 Übersteuerungseigenschaften

8.4.1 Anforderungen

Das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät muss einen Wert außerhalb des oberen Endes der Skala oder Übersteuerung anzeigen, wenn es einer Äquivalentdosisleistung ausgesetzt wird, die größer als das Maximum des Messbereichs ist. Zusätzlich muss das Gerät eine Anzeige für das Überschreiten des Messbereichs haben oder kontinuierlichen Alarm bei hohen Äquivalentdosisleistungen geben, wenigstens bis 1 Sv h^{-1} .

8.4.2 Prüfverfahren

Das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät muss, wenn dies zweckdienlich ist, für eine Dauer von 5 min folgenden Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen ausgesetzt werden:

- dem 100-fachen des Maximalwerts des Messbereichs bei Bereichen mit Maximalwerten bis und einschließlich $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$;
- dem 10-fachen des Maximalwerts des Messbereichs oder 1 Sv h^{-1} , je nachdem, welcher Wert größer ist, bei Bereichen mit Maximalwerten größer als $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$.

Die Anzeige des Äquivalentdosisleistungs-Messgeräts muss auf einem Wert außerhalb des oberen Endes der Skala stehen oder während der gesamten Zeit Übersteuerung anzeigen. Innerhalb von 5 min^2) nach Beendigung der Prüfung muss das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät wieder entsprechend seinen Spezifikationen funktionieren. Dies gilt nicht für den empfindlichsten Bereich.

8.5 Einstelldauer

8.5.1 Anforderungen

Wird das Messgerät für die Äquivalentdosisleistung innerhalb von 2 s einer stufenförmigen Zunahme der Äquivalentdosisleistung vom Untergrundpegel auf einen Wert von $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ und danach einem konstanten Wert von $0,5 \mu\text{Sv h}^{-1}$ ausgesetzt, muss die Anzeige innerhalb von 5 s wenigstens $0,25 \mu\text{Sv h}^{-1}$ erreichen.

8.5.2 Prüfverfahren

Die Prüfung kann entweder mit einer geeigneten Strahlenquelle oder durch Einspeisung eines geeigneten elektrischen Signals in den Eingang des Äquivalentdosisleistungs-Messgeräts durchgeführt werden.

8.6 Fehlalarmrate

8.6.1 Anforderungen

Die Rate von Fehlalarmen, d.h. solcher Alarme, die bei den spezifischen Untergrundbedingungen nicht durch eine radioaktive Quelle verursacht werden, darf innerhalb einer Betriebsdauer von 12 h nicht größer als 1 Fehlalarm je Minute sein, d.h. nicht mehr als 100 Fehlalarme in wenigstens 100 min.

²⁾ Außer bei Szintillatoren, bei denen 1 h angemessen sein mag.