

Strahlenschutz
Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs-)Messgeräte
und/oder Monitore für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung
(IEC 45B/263/CDV : 1999)

DIN
IEC 60846

Einsprüche bis 2000-08-31

ICS 17.240

Radiation protection – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation (IEC 45B/263/CDV:1999)

Radioprotection – Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma (CEI 45B/263/CDV:1999)

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 Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE), Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Das internationale Schriftstück IEC 45B/263/CDV:1999-11, "Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation", ist unverändert in diesen deutschen Norm-Entwurf übernommen worden.

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung des Internationalen Norm-Entwurfs [Committee Draft (CD)] IEC 45B/263/CDV:1999-11 "Radiation protection instrumentation - Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation".

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD beigelegt, wobei dies keinen wesentlichen Einfluss auf den Preis des Norm-Entwurfs hat.

Der Internationale Entwurf wurde vom SC 45B "Radiation protection instrumentation" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und als CD herausgegeben. 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 967.3 „Strahlenschutzdosimeter“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig. Die von GUK 967.3 abgegebene Stellungnahme zum vorliegenden CD ist umseitig wiedergegeben. Stellungnahmen zu diesem Norm-Entwurf werden in der deutschen Stellungnahme zum nachfolgenden internationalen Entwurf (CDV) berücksichtigt werden.

Fortsetzung Seite 2 bis 39
und 47 Seiten IEC-Original

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)
Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Von GUK 967.3 abgegebene Stellungnahme zum vorliegenden CDV:

- According to the maintenance scheme of SC 45B (see 45B/264A/DA) the IEC Standard IEC 61018 "High range beta and photon dose and dose rate portable instruments for emergency radiation protection purposes" should be incorporated into the revision of IEC 60846. This seems to be possible and would require only a restricted number of changes in the present document 45B/263/CDV. As IEC 61018 does not correspond to ICRP 60 and ICRU 51 use of quantities for measurement in radiation protection, this standard should be withdrawn. Requirements which are specific for application in emergency situations should be separately stated in IEC 60846.

Proposal for clause 1: ...up to 10 MeV for radiation protection purposes under normal operation conditions and in emergency situations. Requirements which are specific for application in emergency situations are separately stated in the relevant clauses or subclauses.

- zu 3.2 und 3.3: We should restrict this clause to the specific definitions that are necessarily be defined in this document. For the other definitions we should refer to the relevant documents (e.g. IEC 60050-393 and IEC 60050-394). Delete as many general definitions as possible in order to shorten this clause as much as possible.
- zu 3.2.1, 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5, 3.2.6, 3.2.7, 3.2.9 und 3.2.15: harmonize with 393, 394 and 61005.
- zu 3.3.2: The definition of "type test" should be in accordance with ISO/IEC Guide 2.
- zu 4.1.5: Add special requirement for emergency situation: Dose equivalent rate meters and/or monitors intended to be used in emergency situations shall be capable of measuring dose equivalent rate and actuate alarm signals over the range of 10^{-4} Sv/h to 10 Sv/h. If integrating capability is provided, the range shall be at least 10^{-4} to 2 Sv.
- 4.1.8 (new) change following numbering - Add a requirement on read out: The changing of measuring range and read out scale shall be simultaneous and shall be clearly displayed. All scale shall be readable under normal lighting conditions
- For angles of incidence of $\alpha = \pm 22,5$ no conversion coefficients are available. For $\alpha = \pm 30^\circ$ conversion coefficients are available from ICRU/ICRP and ISO. For most dosimeters the angular dependence of the response between 0° and $\alpha = \pm 20^\circ$ is very small, so the angle of $\alpha = \pm 30^\circ$ is the better choice.

In Clauses 5 and 6 all measurements at angles of incidence of $\alpha = \pm 22,5^\circ$ are to be replaced by $\alpha = \pm 30^\circ$.

- In Clauses 5 and 6 in all Sub-causes describing the method of test for angular dependence of the response the following should be added: If the design of the dosimeter and especially of the energy compensating filters does not give reasons that the angular dependence of the response is non-monotone from $\alpha = 0^\circ$ to $\alpha = \pm 45^\circ$, the test at $\alpha = \pm 30^\circ$ can be skipped.
- zu 5.7.1: The requirement on the coefficient of variation must be met within the whole effective range of measurement: ... due to random fluctuations within the whole effective range of measurement shall... - revise the test method of 5.7.2 accordingly.
- 5.10 (new): Add special requirement for dose equivalent(rate) meter and or monitor with remote detector:
5.10 Extracameral response
5.10.1 Requirement
Dose equivalent rate meters and/or monitors intended to be used in emergency situations may have a remote detector. The extracameral response, that part of the response arising from that portion of the dose equivalent(rate) meter exclusive of the detector, shall be less than 2 % in a photon radiation field having a photon energy higher than 1 MeV.
5.10.2 Test method
With the detector shielded or not in the radiation field, expose the remainder of the dose equivalent(rate) meter to a dose equivalent rate of 1 Sv/h with a photon energy of at least 1 MeV and compare the response to that under normal operation condition.
- zu 6.2.1, 2. Absatz: The requirement for the energy range above 1,3 MeV should be not stronger than in minimum rate range. The variation with angle of incidence is expected to be small. Proposal: ..., its response under reference orientation shall not differ by more than 40 % from its response to ^{137}Cs gamma radiation.
- zu 6.2.2 ii): To reduce the number of test points the following should be added: If the design of the dosimeter and especially of the energy compensating filters does not give reasons that the angular dependence of the response is non-monotone from $\alpha = 0^\circ$ to $\alpha = \pm 45^\circ$, the test at $\alpha = \pm 30^\circ$ can be skipped.
- zu 9.3: Detailed requirement and test method are missing. Add:
9.3 Atmospheric pressure
9.3.1 Requirement
Over the range of atmospheric pressure from 70 to 106 kPa the response of the dose equivalent(rate) meter shall not vary by more than 10 % from that under reference conditions. If the detector is an unsealed ionization chamber it is permissible for the indicated value to be corrected for air density, either by manual calculation or automatically by the dose equivalent(rate) meter, before the requirement is met.
9.3.2 Test method

The response shall be measured at an air pressure of 70 kPa and at 106 kPa and be compared with the measurement result for the reference atmospheric pressure of 101,3 kPa. The differences shall be less than 10 %. ((Change table 5 accordingly))

- zum Tabellenteil: If IEC 61018 will be incorporated, an additional table should give the specific requirements for dose equivalent rate meters and/or monitors intended to be used in emergency situations.

Sowie einige Einzelpunkte, die sich auf redaktionelle Punkte oder Schreibfehler im IEC-Original beziehen.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm oder andere Unterlage 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 oder anderen Unterlage.

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

Der Zusammenhang der in diesem Norm-Entwurf zitierten Normen und anderen Unterlagen mit den entsprechenden Deutschen Normen und anderen Unterlagen 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 60 000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
-	IEC 60038:1983 A1: 1994 A2: 1997	DIN IEC 60038:1987-05	-
-	IEC 60050-393:1996	E DIN IEC 60050-393:1997-04 **)	-
-	IEC 60050(394):1995 A1:1996	E DIN IEC 60050-394:1996-06 ***)	-
EN 60068-2-27:1993	IEC 60068-2-27:1987	DIN EN 60068-2-27:1995-03	-
EN 60086-1/A1:1999 EN 60086-1/A2:1999	IEC 60086-1:1996 A1:1998 A2:1999	DIN EN 60086-1:1997-12 DIN EN 60086-1/A1:1999-07 DIN EN 60086-1/A2:1999-11	-
EN 61000-4-11:1994	IEC 61000-4-11:1994	DIN EN 61000-4-11:1995-04 (VDE 0847 Teil 4-11):1995-04	VDE 0847 Teil 4-11
EN 61000-4-2:1995 EN 61000-4-2/A1: 1998	IEC 61000-4-2:1995 A1:1998	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847 Teil 4-2): 1996-03 DIN EN 61000-4-2/A1 (VDE 0847 Teil 4-2/A1):1998-10	VDE 0847 Teil 4-2 VDE 0847 Teil 4-2/A1
EN 61000-4-3:1996 *) EN 61000-4-3/A1:1998*)	IEC 61000-4-3:1998 A1:1998-06	DIN EN 61000-4-3:1999-06 (VDE 0847 Teil 4-3):1999-06	VDE 0847 Teil 4-3
EN 61000-4-4:1995	IEC 61000-4-4:1995	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847 Teil 4-4):1996-03	VDE 0847 Teil 4-4
EN 61000-4-5:1995	IEC 61000-4-5:1995	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847 Teil 4-5):1996-09	VDE 0847 Teil 4-5
EN 61000-4-6:1996	IEC 61000-4-6:1996	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847 Teil 4-6):1997-04	VDE 0847 Teil 4-6
-	ISO 4037-1:1996	-	-
-	ISO 4037-2:1997	-	-
-	ISO 4037-3:1999	-	-
-	ISO 6980:1996	-	-
-	Normen der Reihe ISO/DIS 8529:1977	-	-

-	ISO 8529-3:1998	DIN 6818-1:1992 *) DIN 6818-2:1996 *)	-
*) nicht übereinstimmend **) siehe auch E DIN IEC 45/434/CDV-393:1998-10; konsolidierte Fassung z. Z. in Vorbereitung. ***) siehe auch E DIN IEC 45/435/CDV-394:1998-10; konsolidierte Fassung z. Z. in Vorbereitung.			

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
DIN EN 60086-1	Primärbatterien - Teil 1: Allgemeines (IEC 60086-1:1996); Deutsche Fassung EN 60086-1:1997
DIN EN 60086-1/A1	Primärbatterien - Teil 1: Allgemeines, Änderung A1 (IEC 60086-1:1996/A1:1998); Deutsche Fassung EN 60086-1:1997/A1:1999
DIN EN 60086-1/A2	Primärbatterien - Teil 1: Allgemeines, Änderung A2 (IEC 60086-1:1996/A2:1999); Deutsche Fassung EN 60086-1:1997/A2:1999
DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847 Teil 4-11)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 11: Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (IEC 61000-4-11:1994; Deutsche Fassung EN 61000-4-11:1994
DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847 Teil 4-2)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 2: Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-2:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:1995
DIN EN 61000-4-2/A1 (VDE 0847 Teil 4-2/A1)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-2: Prüf- und Meßverfahren; Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität; Änderung A1 (IEC 61000-4-2:1995/A1:1998); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:1995/A1:1998
DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847 Teil 4-3)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4-3: Prüf- und Meßverfahren; Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:1995 + A1:1998); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:1996 + A1:1998
DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847 Teil 4-4)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 4: Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst; EMV-Grundnorm (IEC 61000-4-4:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-4:1995
DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847 Teil 4-5)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 5: Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-5:1995
DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847 Teil 4-6)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) - Teil 4: Prüf- und Meßverfahren; Hauptabschnitt 6: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:1996); Deutsche EN 61000-4-6:1996
DIN IEC 60038	IEC-Normspannungen; Identisch mit IEC 60038, Ausgabe 1983
DIN IEC 60050-393 (z. Z. Norm-Entwurf)	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 393: Nukleare Instrumentierung; Physikalische Phänomene und grundlegende Begriffe (IEC 60050(393):1996)
DIN IEC 60050-394 (z. Z. Norm-Entwurf)	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 394: Nukleare Instrumentierung - Geräte (IEC 60050(394):1995 und IEC 1/1577/FDIS:1995)
DIN IEC 45/434/CDV-393 (z. Z. Norm-Entwurf)	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 393: Nukleare Instrumentierung - Physikalische Phänomene und grundlegende Begriffe - Änderung 1 (IEC 45/434/CDV:1998)
DIN IEC 45/435/CDV-394 (z. Z. Norm-Entwurf)	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 394: Nukleare Instrumentierung - Geräte - Änderung 2 (IEC 45/435/CDV:1998)

Deutsche Übersetzung

Strahlenschutzinstrumentierung
**Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und/oder Monitore für
Beta, Röntgen und Gammastrahlung**

Inhalt	Seite
Vorwort.....	8
1 Anwendungsbereich und Zweck.....	9
2 Normative Verweisungen.....	9
3 Terminologie.....	10
3.1 Allgemeines.....	10
3.2 Definitionen	10
3.3 Benennungen der Prüfungen	13
3.4 Größen und Einheiten.....	13
4 Allgemeine Merkmale von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)- Messgeräten	13
4.1 Allgemeines.....	13
4.1.1 Anzeige	13
4.1.2 Aufschriften und Markierungen auf dem Äquivalentdosis-Messgeräten	14
4.1.3 Äquivalentdosis- und Äquivalentdosisleistungsbereich.....	14
4.1.4 Messbereich	14
4.1.5 Mindest-Messbereich.....	14
4.1.6 Alarmschwellen	14
4.1.7 Zusatzanzeige	15
4.1.8 Funktionsstörung der Anzeige	15
4.1.9 Dekontaminierbarkeit.....	15
4.2 Klassifizierung der Leistungsmerkmale	15
4.3 Allgemeine Prüfverfahren	15
4.3.1 Art der Prüfverfahren	15
4.3.2 Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen	15
4.3.3 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße.....	15
4.3.4 Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße	15
4.3.5 Lage der Geräte bei der Prüfung.....	15
4.3.6 Niedrige Äquivalentdosisleistungen	15
4.3.7 Statistische Schwankungen	16
4.3.8 Erzeugung der Bezugsstrahlungen	16
4.3.9 Bezugsstrahlungen für Photonen	16
4.3.10 Bezugsstrahlung für Betastrahlung	16
4.3.11 Ermittlung der Äquivalentdosis(leistung) am Prüfort.....	16

5	Verhalten von Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten gegenüber Strahlung	16
5.1	Relative Eigenabweichung.....	16
5.1.1	Anforderungen.....	16
5.1.2	Prüfverfahren	17
5.1.3	Anforderungen an die Genauigkeit der eingestellten Alarmschwellen.....	18
5.1.4	Prüfverfahren	19
5.2	Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Energie und Einfallsrichtung der Betastrahlung	19
5.2.1	Anforderungen.....	19
5.2.2	Prüfverfahren	19
5.3	Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Energie und Einfallsrichtung der Photonenstrahlung	19
5.3.1	Anforderungen.....	19
5.3.2	Prüfverfahren	19
5.4	Überlastbarkeit.....	20
5.4.1	Anforderungen.....	20
5.4.2	Prüfverfahren	20
5.5	Ansprechen auf Neutronenstrahlung.....	20
5.5.1	Anforderungen.....	20
5.5.2	Prüfverfahren	20
5.6	Ansprechvermögen auf gepulste Felder ionisierender Strahlung.....	20
5.6.1	Anforderungen.....	20
5.6.2	Prüfverfahren	20
5.7	Statistische Schwankungen	21
5.7.1	Anforderungen.....	21
5.7.2	Prüfverfahren	21
5.8	Einstellzeit.....	21
5.8.1	Anforderungen.....	21
5.8.2	Prüfverfahren	21
5.9	Zusammenhang zwischen Einstellzeit und Zufallsschwankungen	22
6	Verhalten von Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten gegenüber Strahlung	22
6.1	Relative Eigenabweichung.....	22
6.1.1	Anforderungen.....	22
6.1.2	Prüfverfahren	22
6.1.3	Anforderungen an die Genauigkeit der eingestellten Alarmschwellen.....	22
6.1.4	Prüfverfahren	22
6.2	Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Energie und Einfallsrichtung der Photonenstrahlung	23
6.2.1	Anforderungen.....	23
6.2.2	Prüfverfahren	23
6.3	Überlastbarkeit.....	23

6.4	Ansprechen auf Neutronenstrahlung	23
6.5	Ansprechen auf gepulste Felder ionisierender Strahlung	23
6.7	Einstellzeit	23
6.8	Zusammenhang zwischen Einstellzeit und statistischen Schwankungen	23
7	Elektrische Eigenschaften von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten	24
7.1	Zeitliche Konstanz des Nullpunkts	24
7.1.1	Anforderungen	24
7.1.2	Prüfverfahren	24
7.2	Temperaturabhängigkeit der Nullpunktstabilität	24
7.2.1	Anforderungen	24
7.2.2	Prüfverfahren	24
7.3	Anlaufzeit	25
7.3.1	Anforderungen	25
7.4	Versorgungsspannung - Batteriebetrieb	25
7.4.1	Allgemeines	25
7.4.2	Anforderungen an Batterien (nicht aufladbar)	25
7.4.3	Anforderungen an Akkumulatoren (wieder aufladbar)	25
7.4.4	Prüfverfahren	25
7.5	Versorgungsspannung - Netzbetrieb	25
7.5.1	Anforderungen	25
7.5.2	Prüfverfahren	26
8	Mechanische Merkmale von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten	26
8.1	Mechanische Stöße während des Betriebs	26
8.2	Lageabhängigkeit des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes (Geotropismus)	26
8.2.1	Forderungen	26
8.2.2	Prüfverfahren	26
9	Leistungsmerkmale bezüglich der Umgebungsbedingungen, Anforderungen und Prüfverfahren	27
9.1	Umgebungstemperatur	27
9.1.1	Anforderungen	27
9.1.2	Prüfverfahren	27
9.2	Relative Feuchte	27
9.2.1	Anforderungen	27
9.2.2	Prüfverfahren	27
9.3	Luftdruck	27
9.4	Dichtheit	28
9.5	Lagerung und Transport	28
9.6	Elektromagnetische Verträglichkeit	28
9.6.1	Emission elektromagnetischer Strahlung	28
9.6.2	Elektrostatische Entladung	28

9.6.3	Gestrahlte elektromagnetische Felder	28
9.6.4	Durch schnelle Transienten und Radiofrequenzen hervorgerufene leitungsgeführte Störungen.....	29
9.6.5	SpannungsschöÙe	29
9.6.6	SpannungseinbröÙe und kurze Unterbrechungen.....	29
9.7	Überstehen von Schwingungen und StöÙen während Transport und Versand.....	29
9.7.1	Anforderungen.....	29
9.7.2	Prüfverfahren für das Überstehen von Schwingungen.....	30
9.7.3	Prüfverfahren für Widerstandsfähigkeit gegen Schwingungen.....	30
9.7.4	Prüfung auf mechanischen Stoß.....	31
9.7.5	Prüfung auf mechanische Widerstandsfähigkeit.....	31
10	Zusammenfassung der Leistungsmerkmale.....	31
11	Begleitpapiere.....	31
11.1	Prüfscheine	31
11.2	Gebrauchsanweisung und Wartungshandbuch	32
	Tabelle 1 - Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen	32
	Tabelle 2 - Garantiefehlergrenzen und Grenzen der relativen Eigenabweichung	33
	Tabelle 3 - Leistungsmerkmale von Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten bezüglich Strahlung.....	33
	Tabelle 4 - Leistungsmerkmale von Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten bezüglich Strahlung	34
	Tabelle 5 - Elektrische, mechanische und umgebungsbezogene Leistungsmerkmale von Umgebungs- und Richtungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten.....	34
	Tabelle 6 - Garantiefehlergrenzen der Leistungsmerkmale für die Auswirkung elektromagnetischer Felder.....	36
	Tabelle 7 - Mechanische Leistungsmerkmale bei Prüfbedingungen	36
	Tabelle 8 - Prüfungen für Überstehen von Schwingungen bei verschiedenen festen Frequenzen	37
	Tabelle 9 - Prüfungen für Widerstandsfähigkeit gegenüber Schwingungen bei langsam veränderlichen Frequenzen.....	37
	Tabelle A.1 - Anzahl der erforderlichen Ablesungen zur Erkennung des wahren Unterschiedes (95 % Vertrauensniveau) zwischen zwei Ablesungssätzen auf demselben Gerät	39
	Anhang A (normativ) Statistische Schwankungen.....	38

Vorwort
(Einzufügen)

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und/oder Monitore zur Messung der in ICRU Bericht 47 ¹⁾ (1992) empfohlenen Messgrößen Umgebungs-Äquivalentdosis und Richtungs-Äquivalentdosis bei externer Bestrahlung mit Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung.

ANMERKUNG Wenn beide Messgrößen, Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis, gemeint sind, kann der Begriff Äquivalentdosis als Abkürzung verwendet werden.

Sie gilt direkt für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte mit denen die Äquivalentdosis oder die Äquivalentdosisleistung durch externe Beta- und/oder Röntgen- und Gammastrahlung mit Energien bis zu 10 MeV für Strahlenschutz Zwecke gemessen werden soll.

Wenn in diesem Schriftstück der Begriff "Äquivalentdosis(leistung)" verwendet wird, beziehen sich die Aussagen sowohl auf die Messung der Äquivalentdosis als auch auf die der Äquivalentdosisleistung.

ANMERKUNG 1 Sie gilt nicht in Anwendungsfällen wie der medizinischen Radiologie, für die das Technische Komitee 62 zuständig ist, und wo die Bedingungen der Strahlenexposition extrem inhomogen sein können, aber genau bekannt sind.

ANMERKUNG 2 Sie gilt nicht unmittelbar für Dosimeter, die von Personen getragen werden, um die Dosis zu ermitteln, die diese Personen erhalten haben.

Zweck dieser Norm ist es, die Leistungsmerkmale von Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten festzulegen, die zur Ermittlung der Umgebungs-Äquivalentdosis und der Richtungs-Äquivalentdosis dienen, wie sie in ICRU Bericht 47 (1992) definiert sind.

Dem gemäß werden in dieser Norm festgelegt:

- a) die allgemeinen Merkmale, die Funktionen und die Leistungsmerkmale von Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten
- b) die Prüfverfahren, die anzuwenden sind, um Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm zu zeigen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden internationalen Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisungen im vorliegenden Text zu Festlegungen der vorliegenden Norm werden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig. Bei datierten Verweisungen treffen anschließende Korrekturen oder Revisionen dieser Veröffentlichungen nicht zu. Daher werden Vertragsparteien bei Vereinbarungen, die auf dieser internationalen Norm beruhen, ermutigt, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der angegebenen Normen anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen trifft die neueste Ausgabe des normativen Schriftstückes zu, auf das Bezug genommen wird. Die Mitglieder der IEC und ISO führen Register der jeweils gültigen internationalen Normen.

IEC 60038 (1983-01); am1 (1994-09); am2 (1997-10), *IEC standard voltages*

IEV 60050-393 (1996-11), *International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 393: Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts*

IEV 60050-394 (1995-10), *International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 394: Nuclear instrumentation: Instruments*

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

IEC 60086 (1996-07), *Primary batteries Part 1: General*

IEC 601187 (1993-11), *Electrical and electronic measuring equipment - Documentation*

IEC 61000-4-11 (1994-06), *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-2 (1999-05) Ed.1.1; am1 (1998-01), *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 2: Electrostatic discharge immunity test. Basic EMC Publication*

¹⁾ ICRU Report 47 (1992) Measurements of Dose Equivalents from External Photon and Electron Radiations. International Commission on Radiation Units and Measurements, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, Maryland 20814-3095, U.S.A

IEC 61000-4-3 (1998-11); am1 (1998-06), *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4 (1995-01), *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test. Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-5 (1995-03), *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 5: Surge immunity test*

IEC 61000-4-6 (1996-04), *Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

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 (1999-03), *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 6980 (1996), *Reference beta radiations for calibrating dosimeter and dose-rate meters and for determining their response as a function of beta-radiation energy*

ISO/DIS 8529 (1997), *Neutron reference radiation - Part 2: Dosimetry fundamentals related to the basic quantities characterising the radiation field*

ISO 8529-3 (1998), *Neutron reference radiation - Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and determination of response as a function of energy and angle of incidence*

3 Terminologie

3.1 Allgemeines

Wenn unten nicht anders angegeben, gelten alle technischen Begriffe wie in IEC 60050 festgelegt, insbesondere Strahlungsgrößen und Dosisbegriffe in IEC 60050(393) und IEC 60050(394). Für die Zwecke dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.2 Definitionen

3.2.1 konventionell wahrer Wert der Äquivalentdosis(leistung)

Bester Schätzwert der wahren Äquivalentdosis(leistung) bei der Kalibrierung von Einrichtungen. Dieser Wert und seine Unsicherheit muss mit einem Primär- oder Sekundärnormal bestimmt werden oder mit einem Referenzinstrument, das mit einem Sekundär- oder Primärnormal kalibriert wurde.

3.2.2 Anzeigeabweichung

Unterschied zwischen dem angezeigten Wert H_i der Äquivalentdosis(leistung) und dem konventionell wahren Wert H_t dieser Größe am Messort. Sie wird als $H_i - H_t$ angegeben.

3.2.3 relative Abweichung der Anzeige

Verhältnis der Anzeige einer Messgröße zum konventionell wahren Wert dieser Größe. Kann als Prozentsatz durch die folgende Bedingung angegeben werden:

$$I = \frac{H_i - H_t}{H_t} \times 100 \%$$

3.2.4 relative Eigenabweichung

Relative Abweichung der Anzeige eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes bezüglich der Äquivalentdosis(leistung), wenn das Messgerät einer angegebenen Bezugsstrahlung unter angegebenen Bezugsbedingungen ausgesetzt ist.

3.2.5. Ansprechvermögen

Verhältnis der Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes zum konventionell wahren Wert.

3.2.6 Variationskoeffizient

Verhältnis V des Schätzers der Standardabweichung s zum arithmetischen Mittelwert $\bar{x}$ aus einer Reihe von n Messwerten x_i ist gegeben durch die Beziehung:

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

3.2.7 Bezugspunkt eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes

Physische Markierung (oder Markierungen) auf dem Äußeren des Äquivalentdosis(leistung)-Messgerätes, die verwendet wird, um es am Messort zu positionieren.

3.2.8 Prüfort

Punkt an dem der konventionell wahre Wert ermittelt wird und an den der Bezugspunkt des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes für Kalibrier- und Prüfzwecke gebracht wird.

3.2.9 Messbereich

Wertebereich der zu messenden Größe, in dem das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät die Anforderungen dieser Norm an die Leistungsmerkmale erfüllt.

3.2.10 Nenngebrauchsbereich

Bereich einer Einflussgröße oder eines Geräteparameters, in dem das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät innerhalb der angegebenen Garantiefehlergrenzen arbeiten muss, um diese Norm zu erfüllen. Er wird begrenzt durch den größten und kleinsten Wert des Nenngebrauchsbereiches.

3.2.11 Mindest-Nenngebrauchsbereich

Kleinsten vorgegebener Bereich einer Einflussgröße oder eines Geräteparameters, in dem das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät innerhalb der angegebenen Garantiefehlergrenzen arbeiten muss, um diese Norm zu erfüllen

3.2.12 Prüfbedingungen

Wert, Werte oder ein Bereich von Werten einer Einflussgröße oder eines Geräteparameters, die bei der Ausführung einer Kalibrierung oder der Prüfung einer anderen Einflussgröße oder eines Geräteparameters erlaubt sind

ANMERKUNG Bei Prüfbedingungen haben alle Einflussgrößen und Geräteparameter ihre Prüfwerte.

3.2.13 Bezugsorientierung

Orientierung des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes bezüglich der Richtung der einfallenden Strahlung bei der Kalibrierung.

3.2.14 Sievert

Die SI-Einheit der Äquivalentdosis ist das J kg^{-1} mit dem besonderen Namen Sievert (Sv).

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

3.2.15 Umgebungs-Äquivalentdosis

Äquivalentdosis an einem Punkt in einem Strahlungsfeld, die in einem entsprechenden ausgerichteten und aufgeweiteten Strahlungsfeld in der ICRU-Kugel in der Tiefe von 10 mm auf einem dem ausgerichteten Strahlungsfeld entgegengerichteten Radius erzeugt würde.

3.2.16 Umgebungs-Äquivalentdosisleistung

Verhältnis von $dH^*(10)$ zu dt , wobei $dH^*(10)$ der Zuwachs der Umgebungs-Äquivalentdosis im Zeitintervall dt ist.

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

Die SI-Einheit der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ist das Sievert durch Sekunde (Sv s^{-1}). Einheit der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ist auch jeder Quotient aus Sievert sowie dessen dezimalen Vielfachen und Teilen und einer geeigneten Einheit der Zeit (z.B. mSv h^{-1}).

3.2.17 Richtungs-Äquivalentdosis $H'(d)$

Äquivalentdosis in einem Punkt im Strahlungsfeld, die von einem entsprechenden aufgeweiteten Strahlungsfeld in der ICRU-Kugel in der Tiefe 0,07 mm auf einen Radius mit angegebener Richtung erzeugt würde.

3.2.18 Richtungs-Äquivalentdosisleistung

Verhältnis von $dH'(0,07)$ zu dt , wobei $dH'(0,07)$ der Zuwachs der Richtungs-Äquivalentdosis im Zeitintervall dt ist.

$$\dot{H}'(0,07) = \frac{dH'(0,07)}{dt}$$

Die SI-Einheit der Richtungs-Äquivalentdosisleistung ist das Sievert durch Sekunde (Sv s^{-1}). Einheit der Richtungs-Äquivalentdosisleistung ist auch jeder Quotient aus Sievert sowie dessen dezimalen Vielfachen und Teilen und einer geeigneten Einheit der Zeit (z.B. mSv h^{-1}).

ANMERKUNG 1 Die ICRU-Kugel (ICRU Report 33, 1980) ist eine Kugel von 30 cm Durchmesser aus gewebeäquivalentem Material der Dichte 1 g cm^{-3} .

ANMERKUNG 2 Zur Definition dieser Größen ist es sinnvoll, bestimmte Strahlungsfelder zu vereinbaren, die vom tatsächlich vorliegenden Strahlungsfeld abgeleitet sind. Die Begriffe "aufgeweitet" und "ausgerichtet" werden verwendet, um diese abgeleiteten Strahlungsfelder zu charakterisieren. Im aufgeweiteten Strahlungsfeld sind die Fluenz und ihre Richtungs- und Energieverteilung über das gesamte interessierende Volumen gleich ihren Werten im Bezugspunkt des tatsächlichen Strahlungsfeldes. Im ausgerichteten und aufgeweiteten Strahlungsfeld sind die Fluenz und ihre Energieverteilung gleich der im aufgeweiteten Strahlungsfeld, jedoch ist das Strahlungsfeld von einheitlicher Richtung.

ANMERKUNG 3 Ein Äquivalentdosis-Messgerät, das ein isotropes Ansprechvermögen hat und zur Anzeige von $H^*(10)$ kalibriert ist, misst $H^*(10)$ in jedem Strahlungsfeld, wenn das Strahlungsfeld gleichförmig über die Abmessungen des Äquivalentdosis-Messgerätes ist.

ANMERKUNG 4 Wenn der Begriff „Gewebe“ in dieser Norm verwendet wird, ist die Zusammensetzung von Weichteilgewebe angenommen, wie sie in ICRU-Report 39 (1985) angegeben ist. Die Massen-Zusammensetzung von Weichteilgewebe wird wie folgt angenommen: 76,2 % O; 10,1 % H; 11,1 % C; 2,6 % N. Spurenelemente werden im allgemeinen für dosimetrische Zwecke als unwesentlich angesehen und werden daher nicht berücksichtigt.

ANMERKUNG 5 Die Eigenschaften der zu messenden Äquivalentdosis(leistung)-Messgeräten anzuzeigende Messgröße und sollen keineswegs Eigenschaften der Detektoreinheiten selbst angeben. Die Kugel ist nur erforderlich für das Definitionskonzept der Messgrößen "Umgebungs-Äquivalentdosis und Richtungs-Äquivalentdosis". Es ist vollkommen zulässig, von der Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis an einem Punkt im Strahlungsfeld zu sprechen, ohne dass sich dort eine Kugel befindet. Mittels der Kugel wird der Wert der Größe, der angezeigt werden soll, an jedem Punkt in jedem vorgegebenen Strahlungsfeld definiert, d.h. der Wert, mit dem die Anzeige der Äquivalentdosis-Messgeräte bei der Kalibrierung verglichen werden soll, wenn die Übereinstimmung mit den verschiedenen Leistungsmerkmalen gezeigt wird, die in dieser Norm angegeben sind. Die eingesetzten Methoden, um die Anforderungen dieser Norm einzuhalten, wie z.B. Art und Ausführung der Strahlungsdetektoreinheit selbst, stehen völlig im Belieben des Konstrukteurs. Als Beispiel kann ein Geiger-Müller-Zählrohr-Detektor durch Wahl geeigneter äußerer Filter getroffen worden sein, um die Umgebungs-Äquivalentdosis über einen gegebenen Energiebereich der Röntgen- und Gammastrahlung anzuzeigen. In diesem Falle braucht der Detektor keine Wanddicke von 1000 mg cm^{-2} und er muss nicht auf einer Kugel von 30 cm Durchmesser angebracht sein. Die Forderung ist nur, dass die Anzeige der Äquivalentdosis-Messgeräte dieselbe sein soll, innerhalb der Fehlergrenzen dieser Norm, wie der Wert der Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ am Messort.

ANMERKUNG 6 Die Umgebungs-Äquivalentdosis an einem Punkt in einem Strahlungsfeld mit beliebiger Richtungsverteilung hat denselben Wert, der sich ergibt, wenn dieselbe Fluenz- und Energieverteilung als Parallelstrahlenbündel (ausgerichtet) vorliegen würde. Das bedeutet, dass der Wert der Umgebungs-Äquivalentdosis an einem gegebenen Punkt unabhängig ist von der Richtungsverteilung des Strahlungsfeldes. Dies impliziert, dass ein Äquivalentdosis-Messgerät zur Messung der Umgebungs-Äquivalentdosis ein isotropes Ansprechvermögen über einen Raumwinkel von 4π haben sollte. Die Richtungs-Äquivalentdosis ist wichtig für Strahlung geringer Eindringtiefe, für die der Körper, wenn er im Strahlungsfeld ist, eine Abschirmung über einen Halbraum bewirken würde. Dementsprechend sollte das Ansprechvermögen für Äquivalentdosis-Messgeräte zur Messung der Richtungs-Äquivalentdosis auf einen Raumwinkel von 2π beschränkt sein und sollte Rückstreuung erfassen aus dem Material hinter dem Detektor, wenn die Strahlung von vorne einfällt. Der Wert der Richtungs-Äquivalentdosis nimmt ab im Vergleich zum Wert bei Bezugsrichtung, wenn der Strahlungseinfallswinkel größer wird, da die Weglänge der Strahlung zunimmt in den Teilen der Kugel nahe ihrer Oberfläche. Die Anforderungen an die Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens der Äquivalentdosis-Messgeräte beruhen auf diesen Überlegungen.

ANMERKUNG 7 Die Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung), die für die Kontrolle durchdringender Strahlung verwendet wird, ist keine geeignete Messgröße für Betastrahlung, selbst wenn es sich dabei um eine nominell durchdringende handelt (ICRU 47, 1997).

ANMERKUNG 8 Wenn beide Messgrößen, Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis gemeint sind, kann der Begriff Äquivalentdosis als Abkürzung verwendet werden.

3.2.19 Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät

Gerät zur Messung oder Ermittlung der Äquivalentdosis(leistung).

3.3 Benennungen der Prüfungen

3.3.1 Eignungsprüfung

Eignungsprüfungen werden durchgeführt, um zu zeigen, dass die Anforderungen für eine Eigenschaft erfüllt sind. Die Eignungsprüfungen sind in Bauartprüfungen und Stückprüfungen unterteilt.

3.3.2 Bauartprüfung

Prüfung, die üblicherweise an einem einzelnen Gerät oder mehreren Geräten jeder Bauart vorgenommen wird. Es ist der Zweck einer Bauartprüfung zu zeigen, dass die Auslegung bestimmte Anforderungen einzuhalten erlaubt.

3.3.3 Stückprüfung

Prüfung an jedem einzelnen Gerät während oder nach der Herstellung, um sicherzustellen, dass es vorgegebene Kriterien erfüllt.

3.3.4 Abnahmeprüfung

Eine vertragsmäßige Prüfung, die dem Kunden den Nachweis erbringt, dass das Gerät gewisse Bedingungen seiner Spezifikation einhält.

3.3.5 Zusatzprüfungen

Prüfungen, um zusätzliche Informationen über Merkmale des Äquivalentdosis-Messgerätes zu erhalten.

3.4 Größen und Einheiten

3.4.1 SI-Einheiten

Es werden die Einheiten des Internationalen Systems (SI) ²⁾ verwendet. Dezimale Vielfache und Teile der SI-Einheiten werden dem SI entsprechend verwendet.

3.4.2 Einheiten neben den SI

Die folgenden Einheiten werden neben dem SI verwendet

für die Energie: Elektronenvolt (Symbol eV) $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$

für die Zeit: Jahr, Tag, Stunde (Symbol h), Minute (Symbol min).

4 Allgemeine Merkmale von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten

4.1 Allgemeines

4.1.1 Anzeige

Die Anzeige des Äquivalentdosis-Messgerätes muss in Einheiten der Äquivalentdosis oder der Äquivalentdosisleistung erfolgen, zum Beispiel in Millisievert bzw. Millisievert durch Stunde.

²⁾ Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) [The international system of units (SI), bilingual]

4.1.2 Aufschriften und Markierungen auf dem Äquivalentdosis-Messgeräten

Ein Äquivalentdosis-Messgerät zur Messung von Beta-, Röntgen- und Gamma-Äquivalentdosis(leistung) muss mit einer Aufschrift über den vorgesehenen Verwendungszweck versehen sein (Art der Strahlung (z. B. Röntgen- und Gammastrahlung, Neutronenstrahlung) und Energiebereich, Messgröße ($H^*(10)$, $H'(0,07)$)).

Ein Äquivalentdosis-Messgerät muss einen Bezugspunkt (siehe 3.2.13) haben. Der Bezugspunkt für Kalibrier- und Prüfzwecke muss an der Außenseite des Äquivalentdosis-Messgerätes gekennzeichnet sein.

4.1.3 Äquivalentdosis- und Äquivalentdosisleistungsbereich

Die Einführung der ICRP-Empfehlungen erfordert die Ermittlung der Äquivalentdosisleistung über einen weiten Wertebereich. Unter bestimmten Umständen müssen Äquivalentdosisleistungen bis zu 10 Sv h^{-1} gemessen werden. Im anderen Extremfall können so niedrige Äquivalentdosisleistungen wie $0,1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ erhalten werden (siehe ICRU-Bericht 20). Bei vielen Anwendungen liegen die interessierenden Äquivalentdosisleistungen im Bereich von etwa $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ bis 10 mSv h^{-1} .

4.1.4 Messbereich

Der Messbereich darf nicht kleiner sein als:

- Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Analoganzeige (z.B. linear oder logarithmisch): von 10% bis 100% des maximalen Winkelausschlags in jedem Skalenbereich;
- bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Digitalanzeige: von der ersten von Null verschiedene Anzeige der vorletzten signifikanten Stelle bis zur Maximalanzeige in jedem Anzeigebereich. (Beispielsweise muss sich bei einer Anzeige mit einem maximalen Anzeigewert von 199,9 der Messbereich von 1,0 bis 199,9 erstrecken).
- Für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte mit digitaler Anzeige und "scientific"-Darstellung (z.B. $x, yz E \pm ab$) muss die Mantisse mindesten zwei Stellen haben (z.B. 1,0 bis 9,9). Der Hersteller muss den Messbereich festlegen (z.B. $1,0 \text{ E-7}$ bis $9,9 \text{ E-2}$ in der Einheit Sv h^{-1}).

Für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte mit mehr als einer Skale muss sich der Messbereich von 10 % auf der untersten Skale bis 100 % auf der höchsten Skale erstrecken. Alle Skalen müssen so angeordnet sein, dass der insgesamt von ihnen überdeckte Bereich ihr Messbereich ist.

Wenn sich die Prüfmethode nicht über den gesamten Messbereich erstrecken und irgendeine der beobachteten Abweichungen in der Nähe des zulässigen Grenzwerts liegt, können weitere Prüfungen zum Nachweis der Erfüllung der in Frage kommenden Anforderungen über den gesamten Messbereich erforderlich sein. Diese weiteren Prüfungen müssen zwischen dem Verkäufer und dem Käufer vereinbart werden.

4.1.5 Mindest-Messbereich

Der Mindest-Messbereich für die Äquivalentdosisleistung muss mindestens vier Größenordnungen überdecken und den Bereich von $0,01 \text{ mSv h}^{-1}$ bis $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ einschließen. Der Mindest-Messbereich für die Äquivalentdosis muss mindestens vier Größenordnungen überdecken und 1 mSv einschließen.

4.1.6 Alarmschwellen

Sichtbare und/oder akustische Alarmschwellen (falls vorhanden) für die Äquivalentdosis(leistung) sollten ohne Werkzeug einstellbar sein.

Es muss möglich sein, akustische Alarmschwellen abzustellen falls erforderlich.

Es muss möglich sein, die Äquivalentdosis-Alarmschwellen entweder auf jeden beliebigen Wert des Messbereiches oder zumindest auf einen Wert in jeder Größenordnung dieses Bereiches einzustellen, z.B. auf $3 \mu\text{Sv}$, $30 \mu\text{Sv}$, $0,3 \text{ mSv}$, 3 mSv , 30 mSv und 300 mSv .

Es muss möglich sein, die Äquivalentdosisleistungs-Alarmschwellen entweder an jedem beliebigen Wert des Messbereiches oder zumindest an einem Wert in jeder Größenordnung dieses Bereiches einzustellen, z.B. $3 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $30 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $0,3 \text{ mSv h}^{-1}$, 3 mSv h^{-1} , 30 mSv h^{-1} und 300 mSv h^{-1} .

Die Frequenz der akustischen Alarmschwelle sollte im Bereich zwischen 1000 Hz und 3000 Hz liegen. Falls ein unterbrochenes Alarmsignal verwendet wird, darf das Signalintervall 2 s nicht überschreiten. Der A-gewichtete Schallpegel sollte 100 dBA in einer Entfernung von 30 cm von der Alarmquelle nicht überschreiten und muss an diesem Punkt mindestens 75 dBA erreichen.

ANMERKUNG Der Hersteller sollte angeben, ob das Einstellen der Alarmschwelle mit einem Werkzeug oder nur von Hand erfolgt.

4.1.7 Zusatzanzeige

Betriebszustände, in dem die Dosisakkumulation nicht genau ist (innerhalb der Spezifikationen dieser Norm), z. B. zu niedrige Batteriespannung, Detektorausfall oder hohe Äquivalentdosisleistungsfelder, müssen angezeigt werden.

4.1.8 Funktionsstörung der Anzeige

Eine Vorkehrung zur Prüfung der Anzeige auf Störungen muss eingebaut sein.

4.1.9 Dekontaminierbarkeit

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss so ausgelegt und aufgebaut sein, dass es leicht zu dekontaminieren ist.

4.2 Klassifizierung der Leistungsmerkmale

Die Grenzen für die Eigenabweichung und die Garantiefehlerraten bei der Einwirkung von Einflussgrößen auf das Ansprechvermögen von Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten werden für alle Leistungsmerkmale in den Tabellen 2, 3 und 4 sowie in den betreffenden Unterabschnitten festgelegt.

Wenn ein Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät dazu bestimmt ist, die Aufgaben sowohl eines Umgebungs- als auch eines Richtungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräts zu erfüllen, muss es die für beiden Aufgaben geltenden Anforderungen erfüllen.

4.3 Allgemeine Prüfverfahren

4.3.1 Art der Prüfverfahren

Sofern in den einzelnen Abschnitten nicht anders vorgeschrieben, sind alle in der vorliegenden Norm aufgezählten Prüfungen als Bauartprüfungen anzusehen (siehe 3.3.2). Bestimmte Prüfungen können gemäß Vereinbarung zwischen dem Verkäufer und dem Käufer als Abnahmeprüfungen betrachtet werden (siehe 3.3.4).

4.3.2 Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen

Die Bezugsbedingungen sind in der zweiten Spalte von Tabelle 1 angegeben. Sofern nicht anders vorgeschrieben, sind die Prüfungen in der vorliegenden Norm unter den in der dritten Spalte von Tabelle 1 genannten Prüfbedingungen durchzuführen. Bei den Prüfungen, die unter Prüfbedingungen durchgeführt werden, sind die Werte für Temperatur, Druck und relative Feuchte zum Zeitpunkt der Prüfung anzugeben und die entsprechenden Korrekturen vorzunehmen, um das Ansprechvermögen unter Bezugsbedingungen festzulegen.

Bei den Prüfungen, die zur Feststellung der Auswirkungen von Veränderungen der in Tabelle 1 angegebenen Einflussgrößen bestimmt sind, sollten alle anderen Einflussgrößen innerhalb der Grenzwerte der Prüfbedingungen gemäß Tabelle 1 gehalten werden, sofern in dem betreffenden Prüfverfahren nicht anders vorgeschrieben.

4.3.3 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Nenngebrauchsbereich für jede Einflussgröße muss in den Unterlagen angegeben werden. Der Nenngebrauchsbereich der Photonenenergie muss sowohl für die Umgebungs-Äquivalentdosis als auch die Richtungs-Äquivalentdosis auf dem Instrument angegeben werden.

4.3.4 Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Mindest-Nenngebrauchsbereich für die angegebene Einflussgröße in der zweiten Spalte der Tabelle 3 aufgeführt.

4.3.5 Lage der Geräte bei der Prüfung

Bei allen Prüfungen mit Strahlung muss der Bezugspunkt der Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte (siehe 3.2.7) an dem Ort sein, an dem der konventionell wahre Wert der Messgröße bekannt ist, und das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss sich in der vom Hersteller angegebenen Vorzugsrichtung befinden (außer bei der Prüfung der kombinierten Energie- und Richtungsabhängigkeit, siehe 5.2, 5.3 und 6.2).

4.3.6 Niedrige Äquivalentdosisleistungen

Bei der Messung niedriger Äquivalentdosisleistungen muss der Beitrag der Untergrundstrahlung zur Äquivalentdosisleistung am Prüfort berücksichtigt werden.

4.3.7 Statistische Schwankungen

Wenn die Größenordnung der statistischen Anzeigeschwankungen, welche allein auf die stochastische Natur der Strahlung zurückzuführen sind, einen erheblichen Bruchteil der bei der Prüfung zulässigen Abweichung der Anzeige ausmacht, müssen bei allen Prüfungen mit Strahlung genügend Messungen vorgenommen werden, um zu gewährleisten, dass der Mittelwert dieser Messungen mit hinreichender Genauigkeit abgeschätzt werden kann, so dass sich feststellen lässt, ob die Anforderungen an die zu prüfende Eigenschaft erfüllt werden.

Der zeitliche Abstand zwischen diesen Messungen muss hinreichend sein, um zu gewährleisten, dass die Messwerte statistisch voneinander unabhängig sind.

Die Anzahl der Ablesungen, die erforderlich ist, um den richtigen Wert des Unterschiedes zwischen zwei Sätzen schwankender Ablesungen auf demselben Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät unter ungeänderten Bedingungen festzustellen, ist in Tabelle A1 angegeben

4.3.8 Erzeugung der Bezugsstrahlungen

Sofern bei den einzelnen Prüfverfahren nicht anders vorgeschrieben, sollten alle Prüfungen mit Beta- oder Röntgen- und Gammastrahlung mit einer festgelegten Strahlungsqualität durchgeführt werden (siehe Tabelle 1). Art, Aufbau und Einsatzbedingungen der Strahlungsquellen müssen mit den folgenden Empfehlungen übereinstimmen:

- a) ISO 4037-1
- b) ISO 6980-1

4.3.9 Bezugsstrahlungen für Photonen

Für die Umgebungs-Äquivalentdosis ist die Bezugsstrahlung für Photonen die Strahlung, die durch das Nuklid ^{137}Cs (N100 gefilterte Röntgenstrahlung der Strahlungsqualität mit sehr harter Filterung, falls der Mindest-Nenngebrauchsbereich von 20 keV bis 150 keV reicht) erzeugt wird. Für die Richtungs-Äquivalentdosis ist sie durch die N20 gefilterte Röntgenstrahlung der Strahlungsqualität mit sehr harter Filterung (siehe ISO 4037-1 und ISO 4037-3) gegeben.

4.3.10 Bezugsstrahlung für Betastrahlung

Für die Richtungs-Äquivalentdosis ist die Bezugsstrahlung für Betastrahlung die durch die Nuklide ^{204}Tl oder ^{85}Kr erzeugte Betastrahlung (siehe ISO 6980), (siehe auch Anmerkung 7 zu 3.2).

4.3.11 Ermittlung der Äquivalentdosis(leistung) am Prüfort

Obwohl die Frage, ob die zu messende Strahlung Photonen- oder Betastrahlung ist, für die in 3.1.9 vorgeschriebenen Messungen der Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistung) unerheblich ist, ist es trotzdem erforderlich, die Kalibrierung der Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte mit Beta- und Photonenstrahlung getrennt vorzunehmen und ferner die typischen Eigenschaften dieser Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte sowohl für die Photonenstrahlung als auch für die Betastrahlung zu ermitteln.

Die Methode zur Ermittlung der Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistung) am Prüfort ist in ISO 4037-3 und ISO 6980 festgelegt.

Eine Anleitung für die Aspekte, die beim Aufbau einer Kalibriereinrichtung berücksichtigt werden sollten, sind in ISO 4037-2 und in IAEA Technical Report Nr. 374 (1994) gegeben.

5 Verhalten von Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten gegenüber Strahlung

5.1 Relative Eigenabweichung

5.1.1 Anforderungen

Unter Prüfbedingungen darf die relative Eigenabweichung / des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes wenn es der Bezugsstrahlung ausgesetzt wird, für den gesamten Messbereich, der für die Beta- oder Photonenbezugsstrahlungen gewählt wurde, $\pm 20\%$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG Zu dieser Abweichung ist die Unsicherheit in bezug auf den Wert der konventionell wahren Richtungs-Äquivalentdosis(leistung) zu addieren.

Wenn ein Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät über mehr als einen Strahlungsdetektor verfügt, um den gesamten Bereich der von dem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät angezeigten Äquivalentdosen(leistungen)

zu erfassen, beziehen sich diese Anforderungen getrennt auf den betreffenden Messbereich für jeden Detektor.

5.1.2 Prüfverfahren

a) Prüfstrahlungen

Die konventionell wahre Richtungs-Äquivalentdosis/-dosisleistung, die durch die Beta- oder Photonenbezugsstrahlungen erzeugt wird, muss für diese Prüfung mit einer Unsicherheit von weniger als 10 % bekannt sein. Obwohl die geforderte Photonenbezugsstrahlung für die Richtungs-Äquivalentdosis die N20 sehr hart gefilterte Röntgenstrahlung ist, können möglicherweise mit dieser Strahlung nicht alle für diese Prüfung erforderlichen Äquivalentdosen(leistungen) erzeugt werden.

Wenn nicht der gesamte Bereich der für diese Prüfung benötigten Äquivalentdosen(leistungen) mit der Röntgenstrahlung erzeugt werden kann, ist es zulässig, statt ihrer die Bezugsstrahlung von ^{137}Cs heranzuziehen, um die Eigenabweichung bei den von der Röntgenstrahlung nicht erzeugbaren Äquivalentdosen(leistungen) zu ermitteln.

In diesem Fall muss die Eigenabweichung bei mindestens einer gemeinsamen Äquivalentdosis(leistung) sowohl für die Röntgen- als auch die ^{137}Cs -Bezugsstrahlung ermittelt werden. Dadurch kann die entsprechende Korrektur für Unterschiede im Ansprechvermögen des Detektors bei der ^{137}Cs -Energie gegenüber der Röntgenstrahlungsenergie vorgenommen werden.

Im Fall der Gammabezugsstrahlung müssen am Detektor des zu prüfenden Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes Sekundärelektronen-Gleichgewichtsbedingungen geschaffen.

Im Sinne der vorliegenden Norm sind die Konversionsfaktoren für die Umrechnung von Standard-Ionendosis oder Luftkerma in Richtungs-Äquivalentdosis für monoenergetische Strahlung als fehlerfrei zu betrachten. Somit ist davon auszugehen, dass sie bei Ermittlung der wahren Richtungs-Äquivalentdosis(leistung) bei Spektren, die nicht durch Ausrufungszeichen in den Tabelle der ISO 4037-3 gekennzeichnet sind, keinen Beitrag von mehr als 2 % zur Messunsicherheit liefern.

b) Durchzuführende Prüfungen

Eine Bauartprüfung ist an mindestens einem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät der Baureihe und eine Stückprüfung an jedem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät durchzuführen.

i) Bauartprüfung

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit im wesentlichen linearen Skalen muss die Bauartprüfung aus Messungen der relativen Eigenabweichung bestehen, die in allen Anzeigebereichen des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes und an mindestens drei Punkten jedes Bereichs durchgeführt werden. Es wird empfohlen, diese Punkte auf ca. 30 %, 60 % und 90 % des Skalenendwertes jedes Bereichs zu legen.

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit einer im wesentlichen logarithmischen Skalenteilung oder mit digitaler Anzeige ist die Prüfung für mindestens drei Werte in jeder Dekade der angegebenen Äquivalentdosis(leistung) durchzuführen. Es werden Werte von etwa 20 %, 40 % und 80 % jeder Dekade empfohlen.

Es ist nicht nötig, die Messungen an allen Bereichen sowohl mit den Beta- als auch den Gammabezugsstrahlungen durchzuführen, aber in mindestens einem Bereich (oder einer Dekade) sind die Messungen sowohl mit den Beta- als auch den Gammabezugsstrahlungen vorzunehmen.

ii) Stückprüfung

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit im wesentlichen linearen Skalen muss die Stückprüfung aus Messungen der relativen Eigenabweichung bestehen, die in jedem Bereich an einem Punkt zwischen 50 % und 75 % des Skalenendwerts durchgeführt werden. Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit einer im wesentlichen logarithmischen Skalenteilung oder mit digitaler Anzeige ist die Prüfung bei einem Wert in jeder Dekade der gemessenen Äquivalentdosis/-dosisleistung durchzuführen.

ANMERKUNG: Die direkte Verwendung der Bezugs-Strahlungsquellen für diese Prüfungen kann die Verwendung einer unangebracht hohen Anzahl von Bezugs-Strahlungsquellen oder, bei den höheren Äquivalentdosen(leistungen), von Quellen unangebracht hoher Aktivität erfordern. In diesem Fall kann eine andere Strahlungsquelle (z.B. ein geeigneter Röntgenstrahlungsgenerator) unter der Voraussetzung verwendet werden, dass wegen des unterschiedlichen Ansprechvermögens des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes gegenüber dieser Strahlung im Vergleich zur Bezugsstrahlung infolge der unterschiedlichen Energien geeignete Korrekturen vorgenommen werden. Zur Ermittlung dieser Korrekturen ist es unbedingt erforderlich, dass das Ansprechvermögen des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes gegenüber der Bezugsstrahlung und der verwendeten Strahlungsquelle an mindestens einem Punkt bei Äquivalentdosen(leistungen) verglichen wird, die auf der Skala die gleiche Anzeige ergeben.

c) **Bewertung der Feststellungen**

Bei der Prüfung, ob die Anforderungen von 5.1.1 bezüglich I erfüllt sind, muss die Unsicherheit u_C in Prozent der konventionell wahren Werte der bei den Prüfungen angewandten Äquivalentdosis(leistungen) berücksichtigt werden.

Wenn kein einziger beobachteter Wert von I ($\pm 30 \% + u_C$) überschreitet, können die Anforderungen von 5.1.1 als erfüllt angesehen werden.

d) **Äquivalente elektrische Prüfverfahren (nur bei Stückprüfungen)**

Wenn der für die obige Prüfung erforderliche volle Wertebereich der Äquivalentdosis(leistung) mit den vorhandenen Strahlungsquellen nicht bereitgestellt werden kann, ist es zulässig, statt dessen eine gleichwertige elektrische Prüfung durchzuführen, um die Eigenabweichung bei den Werten der Äquivalentdosis(leistung), die mit den Strahlungsquellen nicht erreicht werden können, zu ermitteln.

In diesem Fall müssen die Strahlungsquellen eine Äquivalentdosis(leistung), die mindestens 90 % der Maximalanzeige im höchsten Bereich (oder in der höchsten Dekade) eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes ausmacht, sowie mindestens eine Äquivalentdosis(leistung) im niedrigsten Bereich (oder in der niedrigsten Dekade) eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes erzeugen können. Falls das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät mehr als einen Satz unterschiedlicher Bereiche aufweist, müssen die Strahlungsquellen mindestens eine Äquivalentdosis(leistung) in jedem Messbereich für jeden Satz von Detektoren bereitstellen.

Die Form des elektrischen Signals muss der Form des von dem Detektor abgegebenen Signals so genau wie möglich entsprechen und an einem Punkt eingespeist werden, bei dem, außer dem Detektor selbst, das gesamte Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät geprüft wird.

Falls H_i die angezeigte Äquivalentdosis(leistung) ist, wenn das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät der vorhandenen Bezugs-Strahlungsquelle ausgesetzt wird, dann ist ein elektrisches Signal so einzugeben, dass es die gleiche Anzeige H_i ergibt. Dieses Signal sei q_i . Wenn dann eine weitere Anzeige h durch eine Eingabe q erzeugt wird, ergibt sich die relative Eigenabweichung I aus der Gleichung

$$I(\%) = \left(\frac{h}{q} \cdot \frac{q_i}{H_i} - 1 \right) \times 100$$

und die beobachteten Werte müssen innerhalb der oben in Absatz c) angegebenen Grenzwerte liegen. Wird das elektrische Prüfverfahren angewandt, so ist dies in den beigefügten Unterlagen anzugeben.

5.1.3 **Anforderungen an die Genauigkeit der eingestellten Alarmschwellen**

5.1.3.1 **Anforderungen an Äquivalentdosisleistungs-Alarmschwellen**

Wenn das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät oder -Monitor einer Äquivalentdosisleistung des 0,8fachen der Äquivalentdosisleistung der eingestellten Schwelle ausgesetzt wird, darf das Alarmsignal nicht mehr als 10 % der Dauer der Prüfung aktiviert sein. Entsprechend muss bei einer Äquivalentdosisleistung des 1,2fachen der Alarmschwelle das Alarmsignal 90 % der Dauer der Prüfung aktiviert sein. Wenn das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät einer Äquivalentdosisleistung vom 1,2fachen der eingestellten Schwelle ausgesetzt wird, muss das Alarmsignal innerhalb von 5 s aktiviert worden sein oder innerhalb einer Zeitspanne, die so bemessen ist, dass das Produkt aus der Dauer dieser Zeitspanne und der Äquivalentdosisleistung kleiner ist als 10 μSv .

ANMERKUNG 1 Zu dieser Abweichung ist die Unsicherheit in bezug auf den Wert der konventionell wahren Richtungs-Äquivalentdosis(leistung) zu addieren.

Wenn bei einem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät mehr als ein Detektor verwendet wird, um den gesamten angezeigten Äquivalentdosis(leistungs)-Bereich des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät abzudecken, gelten diese Anforderungen für zutreffenden Bereiche der einzelnen Detektoren getrennt.

5.1.3.2 **Anforderungen an Äquivalentdosis-Alarmschwellen**

Wenn das Äquivalentdosis-Messgerät oder -Monitor unter Prüfbedingungen einer Äquivalentdosis des 0,8fachen der Äquivalentdosis der eingestellten Schwelle ausgesetzt wird, darf kein Alarmsignal aktiviert sein. Wenn das Äquivalentdosis-Messgerät oder -Monitor einer Äquivalentdosis des 1,2fachen der Äquivalentdosis der eingestellten Schwelle ausgesetzt wird, muss das Alarmsignal aktiviert sein.

5.1.4 Prüfverfahren

5.1.4.1 Äquivalentdosisleistungsalarm

Es sind mindestens zwei Prüfungen auszuführen, eine mit der Alarmschwelle in der Nähe des größten nutzbaren Anzeigewertes und eine mit der Alarmschwelle in der Nähe des größten Wertes der zweituntersten signifikanten Dekade. Die Unsicherheit im Wert der konventionell richtigen Äquivalentdosisleistung, der das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät ausgesetzt ist, muss berücksichtigt werden. Wenn diese u_C % beträgt, muss die Äquivalentdosisleistung auf $0,8(1-u_C/100)$ beziehungsweise $1,2(1-u_C/100)$ der Äquivalentdosisleistungs-Alarmschwelle eingestellt sein.

5.1.4.2 Äquivalentdosisalarm

Es sind mindestens zwei Prüfungen auszuführen, eine mit der Alarmschwelle in der Nähe des größten nutzbaren Anzeigewertes und eine mit der Alarmschwelle in der Nähe des größten Wertes der zweituntersten signifikanten Dekade. Das Alarmsignal muss zurückgestellt werden und das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät oder –Monitor muss einer Äquivalentdosisleistung mit einem solchen konventionell richtigen Wert ausgesetzt werden, dass das Alarmsignal nicht innerhalb von 100 s aktiviert wird. Die Bestrahlungszeit des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes oder –Monitors muss gemessen werden, und sie muss folgende Bedingung einhalten: Der Quotient aus der eingestellten Alarmschwelle und dem Produkt aus der verwendeten Äquivalentdosisleistung und der gemessenen Zeit muss innerhalb des Bereiches zwischen $0,8(1-u_C/100)$ und $1,2(1-u_C/100)$ liegen, wobei u_C die prozentuale Unsicherheit der konventionell wahren Äquivalentdosisleistung ist.

5.2 Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Energie und Einfallsrichtung der Betastrahlung

5.2.1 Anforderungen

Das Ansprechvermögen des Richtungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes auf Betastrahler mit $E_{\max}$ zwischen 500 keV und 4 MeV, darf sich von dem Ansprechvermögen auf die Bezugsstrahlung der Betastrahlung $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ in der Kalibrierrichtung um nicht mehr als ± 40 % für alle Einfallsrichtungen innerhalb eines Kegels mit 45° Öffnungswinkel unterscheiden.

5.2.2 Prüfverfahren

Für die Betastrahler ^{204}Tl , $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ und $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ ist das Ansprechvermögen zu messen für Einfallswinkel $\alpha = \pm 22,5^\circ$ und $\alpha = \pm 45^\circ$ in zwei senkrechten Ebenen, die die Bezugsrichtung durch den Bezugspunkt des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes enthalten.

Im Prinzip ist es wünschenswert, dass die Prüfungen bei allen Strahlungsqualitäten mit derselben Äquivalentdosis(leistung) ausgeführt werden. Da dies praktisch nicht möglich ist, muss in diesem Falle die angezeigte Äquivalentdosis(leistung) für jede Strahlungsqualität bezüglich der relativen Eigenabweichung bei den angezeigten Äquivalentdosisleistungen korrigiert werden.

In der Praxis kann es sich als schwierig erweisen, eine geeignete $^{106}\text{Ru}/^{106}\text{Rh}$ -Strahlungsquelle zu beziehen. In diesem Falle wird keine Prüfung mit dieser Quelle gemacht.

5.3 Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Energie und Einfallsrichtung der Photonenstrahlung

5.3.1 Anforderungen

Das Ansprechvermögen des Richtungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes auf Photonenstrahlung mit Energien zwischen 10 keV und 30 keV, darf sich von dem Ansprechvermögen auf die Bezugsstrahlung N20 in der Kalibrierrichtung um nicht mehr als ± 40 % für alle Einfallsrichtungen innerhalb eines Kegels mit 45° Öffnungswinkel unterscheiden.

5.3.2 Prüfverfahren

Für die Photonenstrahlungsqualitäten N10, N20 und N30 der ISO-Serie ist das Ansprechvermögen für Einfallswinkel $\alpha = \pm 22,5^\circ$ und $\alpha = \pm 45^\circ$ in zwei senkrechten Ebenen zu messen, die die Bezugsrichtung durch den Bezugspunkt des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes enthalten. Kein Wert darf sich um mehr als $\pm (40 + u_C)$ % vom Ansprechvermögen in Bezugsrichtung der N20 Bezugsstrahlungsqualität unterscheiden.

Im Prinzip ist es wünschenswert, dass die Prüfungen bei allen Strahlungsqualitäten mit derselben Äquivalentdosis(leistung) ausgeführt werden. Da dies praktisch nicht möglich ist, muss in diesem Falle die ange-

zeigte Äquivalentdosis(leistung) für jede Strahlungsqualität bezüglich der relativen Eigenabweichung bei den angezeigten Äquivalentdosisleistungen korrigiert werden (siehe 5.1.1).

ANMERKUNG Im Prinzip sollte das Verhältnis der Richtungsabhängigkeitsfaktoren $\bar{R}(d, \alpha)$ und $\bar{R}(\alpha, 0)$ zur Normierung verwendet werden (ICRU 57)³⁾. Da aber das Verhältnis dieser Faktoren für die verschiedenen Strahlungsqualitäten nahe bei Eins liegt, werden die Ergebnisse nicht signifikant beeinflusst.

5.4 Überlastbarkeit

5.4.1 Anforderungen

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss Skalenüberschreitung oder Überlastung anzeigen, wenn es mit Äquivalentdosisleistungen oberhalb des Messbereichsendwertes bestrahlt wird. Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit mehr als einem Messbereich gilt diese Anforderung für jeden Messbereich.

5.4.2 Prüfverfahren

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät wird den folgenden Richtungs- oder Umgebungs-Äquivalentdosisleistungen - je nach Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräteart - für einen Zeitraum von 5 min ausgesetzt:

- dem 100fachen des oberer Messbereichsendwertes für Messbereiche bis zu und einschließlich $0,1 \text{ Sv h}^{-1}$
- dem 10fachen des oberen Messbereichsendwertes oder 10 Sv h^{-1} für Messbereichsendwerte $> 0,1 \text{ Sv h}^{-1}$, je nachdem welches der Größere der beiden Werte ist.

Die Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes muss Skalenüberschreitung oder die Überlastungsanzeige während des gesamten Prüfzeitraums anzeigen und das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss innerhalb von 5 min⁴⁾ nach Beendigung dieser Prüfung gemäß den Spezifikationen arbeiten.

5.5 Ansprechen auf Neutronenstrahlung

5.5.1 Anforderungen

Wenn das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät in Anwesenheit von Neutronenstrahlung verwendet werden soll, muss das Ansprechvermögen für diese Strahlung angegeben werden. Eine Prüfung des Neutronenansprechvermögens ist nicht zwingend erforderlich und muss nur durchgeführt werden, wenn diese Anforderung gestellt wird.

In jedem Falle müssen Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte so konstruiert werden, dass der Einfluss von Neutronenstrahlung soweit wie möglich begrenzt wird.

5.5.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren ist zwischen dem Käufer und dem Verkäufer zu vereinbaren.

5.6 Ansprechvermögen auf gepulste Felder ionisierender Strahlung

5.6.1 Anforderungen

Einige Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätebauarten können in gepulsten Feldern ionisierender Strahlung zu niedrige Werte anzeigen, besonders wenn die Impulsdauer der Strahlung klein ist gegenüber dem Zeitintervall zwischen den Impulsen. Der Hersteller muss einen geeigneten Warnhinweis geben, wenn bei einem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät eine verminderte Anzeige in gepulsten Strahlenfeldern möglich ist. Eine Prüfung des Ansprechvermögens der Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte in gepulsten Strahlenfeldern ist nicht zwingend erforderlich.

5.6.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren ist zwischen dem Käufer und dem Verkäufer zu vereinbaren.

³⁾ ICRU Report 57 (1998) Conversion Coefficients for Use in Radiological Protection against external Radiation. International Commission on Radiation Units and Measurements, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, Maryland 20814-3095, U.S.A.

⁴⁾ Mit der Ausnahme von Szintillationsdetektoren, bei denen 1 h geeignet ist

5.7 Statistische Schwankungen

5.7.1 Anforderungen

Der Variationskoeffizient der Anzeige auf Grund von statistischen Schwankungen muss kleiner sein als die in Tabelle 2 angegebenen Werte.

5.7.2 Prüfverfahren

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss einer Strahlungsquelle mit einer Äquivalentdosisleistung ausgesetzt werden, die folgende Anzeigen bewirkt:

lineare Skala: Zwischen einem Drittel und der Hälfte des Vollausschlages im empfindlichsten Bereich

logarithmischer Skala: Zwischen einem Drittel und der Hälfte der niedrigsten Dekade

digitaler Anzeige: In der zweitkleinsten signifikanten Stelle der Anzeige

Es müssen von der Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes so viele Ablesungen in bequem liegenden Zeitabständen gemacht werden, dass der Mittelwert dieser Ablesungen mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann, um nachzuweisen, dass die Forderungen dieser Prüfung erfüllt sind. Um sicherzustellen, dass die Ablesungen voneinander genügend unabhängig sind, müssen die Zeitabstände mindestens das Dreifache der Zeitkonstante des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät sein. Der Mittelwert und der Variationskoeffizient aller Ablesungen sind zu berechnen. Der Variationskoeffizient muss innerhalb der Grenzen liegen, die in 5.1 angegeben sind.

5.8 Einstellzeit

5.8.1 Anforderungen

Die Einstellzeit eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes muss so sein, dass bei einer plötzlichen Änderung der Äquivalentdosisleistung der geänderte Wert

$$\dot{H}_i + \frac{90}{100} \cdot (\dot{H}_f - \dot{H}_i)$$

in weniger als 10 s angezeigt wird.

Dabei ist $\dot{H}_i$ der Anfangswert der Äquivalentdosisleistung, $\dot{H}_f$ der Endwert. Die Einstellzeit ist vom Hersteller anzugeben.

Die Zeit von 10 Sekunden gilt für Werte von $\dot{H}_f < 10 \text{ mSv/h}^{-1}$. Für größere Werte von $\dot{H}_f$ muss die Zeit auf 2 s verringert werden.

5.8.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren kann entweder ausgeführt werden durch Bestrahlen mit einer geeigneten Quelle oder durch Einspeisen eines elektrischen Signals in das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät.

Die Anfangs- und die Endäquivalentdosisleistungen müssen sich mindestens um den Faktor 10 unterscheiden. Die Messungen müssen sowohl beim Zunehmen als auch beim Abnehmen der Dosisleistung um diesen Faktor ausgeführt werden.

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit logarithmischer oder digitaler Anzeige müssen die Messungen in jeder Dekade, bei Prüflingen mit linearer Anzeige in jedem Skalenbereich gemacht werden.

Bei Prüflingen mit linearer Anzeige kann als niedrige Dosisleistung der Selbstablauf oder die Umgebungstrahlung, als obere diejenige genommen werden, die 90 % vom Vollausschlag in allen Bereichen entspricht.

Wenn das elektrische Prüfverfahren benutzt wird, muss dies in den Begleitpapieren aufgeführt werden; die eingespeisten Signale müssen den oben angeführten Forderungen entsprechen.

Bei dem Prüfverfahren mit zunehmender Dosisleistung muss der Prüfling zuerst dem hohen Wert ausgesetzt und die Anzeige $\dot{H}_f$ notiert werden.

Anschließend muss der Prüfling solange dem niedrigen Wert ausgesetzt werden, bis sich eine stabile Anzeige ergibt. Diese Anzeige $\dot{H}_i$ muss notiert werden. Darauf muss die Dosisleistung so schnell wie möglich ($< 1 \text{ s}$) auf den Wert $\dot{H}_f$ erhöht und die Zeit gemessen werden, die benötigt wird, um die Anzeige $\dot{H}_f$ zu erreichen, die in 7.2.1 angegeben ist.

Das Prüfverfahren mit abnehmender Dosisleistung muss in gleicher Weise mit vertauschten Werten für H_i und H_f durchgeführt werden.

5.9 Zusammenhang zwischen Einstellzeit und Zufallsschwankungen

Die Einstellzeit und der Variationskoeffizient der Zufallsschwankungen hängen voneinander ab. Im vorangehenden sind die dafür zulässigen Grenzen angegeben.

Es wird empfohlen, bei hohen Äquivalentdosisleistungen die Einstellzeit soweit zu verkürzen, solange die für die Zufallsschwankungen festgelegten Grenzen eingehalten bleiben. Wenn jedoch die Grenzen von 7.2.1 mit einer Einstellzeit von weniger als 1 s erreicht werden, wird empfohlen, eher die Zufallsschwankungen zu verringern als die Einstellzeit kürzer als 1 s zu machen.

Wenn ein Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät erlaubt, unter einer Anzahl verschiedener Zufallsschwankungen und Einstellzeiten zu wählen, muss mindestens eine Möglichkeit beiden Forderungen von 7.1 und 7.2 genügen.

6 Verhalten von Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten gegenüber Strahlung

6.1 Relative Eigenabweichung

6.1.1 Anforderungen

Unter Prüfbedingungen darf die relative Eigenabweichung des Ansprechvermögens für das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte bei der Bezugsstrahlung von ^{137}Cs Gammastrahlung im gesamten Messbereich der Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung) $\pm 20\%$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG: Diese Abweichung ist additiv zur Unsicherheit u_C des wahren Wertes der Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung).

6.1.2 Prüfverfahren

a) Prüfstrahlung

Die konventionell wahre Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung), die durch die Gammabezugsstrahlung des ^{137}Cs erzeugt wird, muss für diese Prüfung am Prüfort mit einer Unsicherheit von weniger als 5 % bekannt sein. Im Sinne der vorliegenden Norm sind die Konversionsfaktoren für die Umrechnung von Standard-Ionendosis oder Luftkerma in Umgebungs-Äquivalentdosis für monoenergetische Strahlung als fehlerfrei zu betrachten. Somit ist davon auszugehen, dass sie bei Ermittlung der wahren Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung) bei Spektren, die nicht durch Ausrufungszeichen in den Tabellen der ISO 4037-3 gekennzeichnet sind, keinen Beitrag von mehr als 2 % zur Messunsicherheit liefern

b) Durchzuführende Prüfungen:siehe 5.1.1

c) Bewertung der Messergebnisse: Bei der Bewertung, ob die Forderungen von 6.1.1 erfüllt sind, muss die Unsicherheit der Werte der in den Prüfungen verwendeten konventionell wahren Äquivalentdosis(leistungen) berücksichtigt werden.

Wenn kein beobachteter Wert von $I \pm (20 + u_C) \%$ überschreitet, können die Anforderungen von 6.1.1 als erfüllt betrachtet werden.

d) Elektrische Prüfverfahren:siehe 5.1.2.

6.1.3 Anforderungen an die Genauigkeit der eingestellten Alarmschwellen

siehe 5.1.3

6.1.4 Prüfverfahren

siehe 5.1.4

6.2 Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Energie und Einfallsrichtung der Photonenstrahlung

6.2.1 Anforderungen

Das Ansprechvermögen des Umgebungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes auf Photonenstrahlung im Nenngebrauchsbereich der Photonenenergie und der Einfallsrichtung darf sich von dem Ansprechvermögen auf die Bezugsstrahlung von ^{137}Cs in der Kalibrierrichtung um nicht mehr als $\pm 40 \%$ unterscheiden.

Falls das Umgebungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät in der Nähe einer kerntechnischen Anlage verwendet werden soll, wo Gammastrahlung mit Energien bis 10 MeV erzeugt wird, darf sich das Ansprechvermögen um nicht mehr als $\pm 30 \%$ vom Ansprechvermögen auf die Bezugsstrahlung von ^{137}Cs unterscheiden.

6.2.2 Prüfverfahren

Die Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens ist zu messen mit dem Umgebungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät in Bezugsorientierung mit der Serie der sehr hart gefilterten Strahlungsqualitäten nach ISO 4037-1.

Um die Anzahl der Messungen zu minimieren, wird in einem ersten Schritt die kleinste Photonenenergie des Nenngebrauchsbereiches ermittelt, bei der die Anforderungen an die Energie- und Richtungsabhängigkeit des Ansprechvermögens eingehalten werden.

Die Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens wird gemessen und, auf den Wert bei der Energie der ^{137}Cs -Gammastrahlung normiert, gegen die Photonenenergie graphisch dargestellt für die Werte der mittleren Energien der Serie der sehr hart gefilterten Strahlungsqualität. Die Photonenenergie, bei der das Ansprechvermögen unter 60 % abfällt, wird ermittelt. Für die Strahlungsqualität aus der sehr hart gefilterten Serie, deren mittlere Energie oberhalb der wie oben beschrieben ermittelten Photonenenergie liegt, wird das Ansprechvermögen für Einfallswinkel von $\alpha = \pm 22,5^\circ$ und $\alpha = \pm 45^\circ$ in zwei zueinander senkrechten Ebenen bestimmt, die die Bezugsrichtung durch den Bezugspunkt des Umgebungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes enthalten. Wenn für diese Strahlungsqualität alle Werte des Ansprechvermögens über 60 % liegen, wird das Verfahren für die Strahlungsqualität der sehr hart gefilterten Serie wiederholt, deren mittlere Energie die nächstniedrigere ist. Anderenfalls wird die Strahlungsqualität mit der höheren Energie weiter betrachtet.

Für die beiden in dieser Prüfung verwendeten Strahlungsqualitäten werden die Ansprechvermögen als Funktion der Photonenenergie aufgetragen. Je zwei zueinander gehörige Ansprechvermögen werden durch eine gerade Linie verbunden. Die kleinste Energie des Nenngebrauchsbereiches wird erhalten durch den Schnittpunkt der gerade Linie mit dem 60-%-Ansprechvermögen bei der niedrigsten Photonenergie.

Falls eine der normierten Ansprechvermögen $R(E_i, \alpha)$ größer ist als die normierten Ansprechvermögen $R(E_i, 0)$ für die Bezugsrichtung, dann ist die Differenz mit der Differenz von 140 % und dem prozentualen, normierten Ansprechvermögen $R(E_j, \alpha) \times 100$ für die Bezugsrichtung im gesamten Photonenenergiebereich zu vergleichen. Falls $[R(E_i, \alpha) - R(E_i, 0)] \times 100$ größer ist als einer der Differenzen $[140 \% - R(E_j, \alpha)] \times 100$, dann ist das normierte, prozentuale Ansprechvermögen $R(E_j, \alpha)$ für Einfallswinkel von $\alpha = \pm 22,5^\circ$ und $\alpha = \pm 45^\circ$ in zwei zueinander senkrechten Ebenen zu messen, die die Bezugsrichtung durch den Bezugspunkt des Umgebungs- Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes enthalten. Kein normiertes, prozentuales Ansprechvermögen $R(E_j, \alpha) \times 100$ darf 140 % überschreiten.

6.3 Überlastbarkeit

Es gelten die Anforderungen von 5.4

6.4 Ansprechen auf Neutronenstrahlung

Es gelten die Anforderungen von 5.5

6.5 Ansprechen auf gepulste Felder ionisierender Strahlung

Es gelten die Anforderungen von 5.6

6.7 Einstellzeit

Es gelten die Anforderungen von 5.7

6.8 Zusammenhang zwischen Einstellzeit und statistischen Schwankungen

Es gelten die Anforderungen von 5.8

7 Elektrische Eigenschaften von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis (leistungs)-Messgeräten

7.1 Zeitliche Konstanz des Nullpunkts

7.1.1 Anforderungen

Nachdem ein Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät unter Prüfbedingungen 30 min eingeschaltet war und anschließend der Nullpunkt eingestellt wurde, darf in den folgenden 4 h die Anzeige in allen Messbereichen um nicht mehr abweichen als

- a) bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Analoganzeige: 2 % vom Vollausschlag;
- b) bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Digitalanzeige: 2 % des Maximums der ersten Größenordnung des Messbereiches.

7.1.2 Prüfverfahren

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät wird eingeschaltet und 30 min Betrieb abgewartet. Falls eine Nullstelleinrichtung für den Anwender zugänglich ist, wird sie dann eingestellt, um die Anzeige auf den vom Hersteller angegebenen Punkt zu justieren. Bei einigen Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit nichtlinearer Skale ist vorgesehen, diese Einstellung auf einen Referenzpunkt und nicht auf den Nullpunkt vorzunehmen. Wenn dies der Fall ist, muss so verfahren werden.

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss in dieser Einstellung unverändert bleiben und während 4 h muss die Anzeige alle 30 min protokolliert werden.

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät, bei denen die Umgebungsstrahlung im empfindlichsten Messbereich eine signifikante Anzeige bewirkt, muss eine entsprechende elektrische Prüfung durchgeführt werden. Während der elektrischen Prüfung kann der Detektor von der Messeinheit elektrisch oder mechanisch getrennt werden. Dabei ist die Voraussetzung, dass durch diese Maßnahme das Nullpunktverhalten Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes nicht beeinflusst wird.

7.2 Temperaturabhängigkeit der Nullpunktsstabilität

7.2.1 Anforderungen

Es werden zwei Arten von Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten betrachtet, nämlich solche mit und solche ohne von außen zugänglicher Nullpunkteinstellung.

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten ohne Nullpunkteinstellung muss die Änderung des Nullpunkts unter dem Einfluss der Temperatur nicht größer sein als

Im Bereich von +5 °C bis +40 °C oder von -10 °C bis +40 °C (-5 °C bis +50 °C) bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Analoganzeige $\pm 2\%$ bzw. $\pm 5\%$ vom Vollausschlag und bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Digitalanzeige 1 bzw. 2 Einheiten der letzten signifikanten Stelle.

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Nullpunkteinstellung muss die Änderung des Nullpunkts unter dem Einfluss der Temperatur nicht größer sein als:

Im Bereich von +5 °C bis +40 °C oder von -10 °C bis +40 °C (-5 °C bis +50 °C) bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Analoganzeige $\pm 10\%$ bzw. $\pm 20\%$ vom Skalenvollausschlag und bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Digitalanzeige 3 bzw. 5 Einheiten der letzten signifikanten Stelle.

Zusätzlich muss der Regelbereich jeder Nullpunkteinstellung ausreichen, den Nullpunkt im gesamten Temperaturbereich einstellen zu können.

7.2.2 Prüfverfahren

In einem Klimaschrank muss das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät nach dem Einschalten bei einer Temperatur von 20 ± 2 °C im empfindlichsten Messbereich für 30 min in Betrieb sein. Anschließend muss die Anzeige, wenn die Einstellung für den Benutzer von außen zugänglich ist, auf den vom Hersteller angegebenen Punkt eingestellt werden. Bei einigen Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit nichtlinearer Skale ist vorgesehen, diese Einstellung auf einen Referenzpunkt und nicht auf den Nullpunkt vorzunehmen. Wo dies der Fall ist, muss so verfahren werden.

Während 4 h muss die Temperatur auf ihrem Extremwert gehalten und die Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräts während der letzten 30 min abgelesen werden. Temperaturänderungsraten sollten 10 °C h^{-1} nicht überschreiten und der Bereich der relativen Feuchte sollte so niedrig gehalten werden, dass Kondensation vermieden wird.

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten, bei denen die Umgebungsstrahlung im empfindlichsten Messbereich eine signifikante Anzeige bewirkt, soll eine gleichwertige elektrische Prüfung durchgeführt werden. Während der elektrischen Prüfung kann der Detektor von der Messeinheit elektrisch oder mechanisch getrennt werden. Dabei ist Voraussetzung, dass durch diese Maßnahme das Nullpunktverhalten des Prüflings nicht beeinflusst wird

7.3 Anlaufzeit

7.3.1 Anforderungen

Der Hersteller muss für jeden Messbereich die Zeit angeben, die das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät benötigt, um bei Prüfbedingungen und bei Bestrahlen mit einer Bezugsstrahlung eine Anzeige zu erreichen, die um nicht mehr als 10 % von dem Wert abweicht, der nach einer vergleichsweise langen Zeit erreicht würde

7.4 Versorgungsspannung - Batteriebetrieb

7.4.1 Allgemeines

Tragbare Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät müssen mit Batterien betrieben werden. Es muss eine Vorrichtung geben, die anzeigt, dass die Batterie nicht mehr in der Lage ist, das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät so zu versorgen, dass es die in dieser Norm aufgestellten Forderungen erfüllt. Die Batterien dürfen in jeder gewünschten Weise angeschlossen sein, aber sie müssen einzeln auswechselbar sein. Die richtige Polung muss auf dem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät vom Hersteller eindeutig gekennzeichnet werden.

7.4.2 Anforderungen an Batterien (nicht aufladbar)

Wenn Batterien benutzt werden, soll ihre Kapazität so bemessen sein, dass nach 40 h intermittierendem Gebrauchs⁵⁾ bei Prüfbedingungen die Anzeige des Prüflings innerhalb ± 5 % bleibt. Alle anderen Eigenschaften müssen die Anforderungen weiterhin erfüllen.

Es wird empfohlen, Batterien nach IEC 60086 zu verwenden

7.4.3 Anforderungen an Akkumulatoren (wieder aufladbar)

Wenn Akkumulatoren benutzt werden, muss ihre Kapazität so bemessen sein, dass nach 12 h Dauerbetrieb bei Prüfbedingungen die Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes innerhalb ± 5 % bleibt. Alle anderen Eigenschaften müssen die Anforderungen weiterhin erfüllen.

Wenn Akkumulatoren benutzt werden, muss es möglich sein, sie innerhalb von 16 h mit einem Netzladegerät wieder aufzuladen. Es wird empfohlen, ein Ladegerät zu verwenden, das den Ladevorgang automatisch beendet, sobald die Akkumulatoren aufgeladen worden sind.

7.4.4 Prüfverfahren

Für das Prüfverfahren müssen frische Batterien oder vollgeladene Akkumulatoren von dem Typ verwendet werden, den der Hersteller angibt.

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät soll so bestrahlt werden, dass es eine Anzeige mit ausreichender Auflösung gibt. Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät bleibt in diesem Strahlungsfeld für die Zeitdauer oder die Zeitdauern, die nach 7.7.2 bzw. 7.7.3 als geeignet angegeben wurden. Nach jeder der angegebenen Zeitabschnitten wird die Anzeige protokolliert. Jede Anzeige muss die entsprechenden Forderungen nach 7.2.2 bzw. 7.7.3 erfüllen.

7.5 Versorgungsspannung - Netzbetrieb

7.5.1 Anforderungen

Netzbetriebene Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte müssen so ausgelegt sein, dass sie mit einer einphasigen Wechselspannung von 50 Hz (60 Hz in einigen Ländern) in einer der folgenden Kategorien betrieben werden können:

- Kategorie I : 220 V bis 230 V

⁵⁾ „40 h intermittierender Gebrauch“ bedeutet: an 5 aufeinanderfolgenden Tagen das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät 8 h eingeschaltet und anschließend 16 h ausgeschaltet

- Kategorie II: 120 V und/oder 240 V

(Nennwert für einphasige Wechselspannung ist in einigen Ländern 117 V und/oder 234 V, 60 Hz).

Netzbetriebene Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät müssen betrieben werden können von Netzen mit Netzspannungsschwankungen von +10 % bis -12 % des Nennwertes sowie mit Frequenzen von 50 Hz $\pm$ 3 Hz oder 60 Hz $\pm$ 3 Hz).

Die Anzeige der Dosis(leistung) darf sich in diesem Bereich der Versorgungsspannungen um nicht mehr als ± 5 % ändern.

7.5.2 Prüfverfahren

Der Detektor des Prüflings muss mit Beta- oder Gammastrahlung so bestrahlt werden, dass eine Anzeige bewirkt wird, die dreimal größer ist als der kleinste Wert des Messbereiches.

Zuerst muss der Mittelwert der Anzeige der Äquivalentdosis(leistung) beim Betrieb mit dem Nennwert der Versorgungsspannung dann bei +10 % und bei schließlich -12 % bestimmt werden. Die beiden letzten Mittelwerte dürfen von dem beim Nennwert erhaltenen um nicht mehr als ± 10 % abweichen.

Beim Ändern der Frequenz um ± 3 Hz gegenüber dem Nennwert darf die Anzeige um nicht mehr als ± 5 % von der Anzeige beim Nennwert abweichen.

Die angegebenen Prüfungen müssen bei einer Äquivalentdosis(leistung) wiederholt werden, die beim Prüfling eine Anzeige von zwei Drittel des größten Messwerts bewirkt.

8 Mechanische Merkmale von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten

8.1 Mechanische Stöße während des Betriebs

Tragbare Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte müssen in der Lage sein, mechanische Stöße mit einer Beschleunigung von 300 ms^{-2} über einen Zeitraum von 18 ms Stand zu halten, wobei der Verlauf der Beschleunigungskurve halb-sinusförmig ist (IEC 60068).

Um den genannten Forderungen zu genügen, wird ein Richtungsäquivalentdosis(leistungs)-Messgerät üblicherweise eine Schutzkappe oder ein -gehäuse benötigen. Der Hersteller muss die Art dieses Schutzes angeben. Diese Forderungen müssen nicht angewendet werden, wenn das Richtungsäquivalentdosis(leistungs)-Messgerät im Betrieb ist.

Für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte, die sowohl für den Gebrauch als Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät wie auch als Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät konstruiert sind, gilt die Forderung ebenfalls nicht, wenn sie als Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät benutzt werden.

8.2 Lageabhängigkeit des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes (Geotropismus)

8.2.1 Forderungen

Wenn das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät mit der Bezugsstrahlung (Beta- oder Gammastrahlung) bestrahlt wird, darf die Anzeige bei einem tragbaren Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät für jede Lage um nicht mehr als ± 2 % vom Vollausschlag der Anzeige abweichen, die sich bei Bestrahlung in der Bezugslage ergibt. Der Hersteller muss die Bezugslage angeben.

8.2.2 Prüfverfahren

Obwohl das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät bei dieser Prüfung im Prinzip in jeder Richtung untersucht werden sollte, wird im allgemeinen nur das Anzeigegerät von den verschiedenen Lagen beeinflusst werden. Die untersuchten Lagen können deshalb auf solche beschränkt werden, die vom Anzeigegerät eingenommen werden, wenn das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät in der Hand gehalten wird und der Benutzer die Skala dabei ablesen kann.

Während dieser Prüfung muss die Einfallrichtung der Strahlung auf das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät konstant sein. Dies lässt sich durch Anbringen eines entsprechenden kleinen Prüfstrahlers am Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät bequem erreichen.

9 Leistungsmerkmale bezüglich der Umgebungsbedingungen, Anforderungen und Prüfverfahren

9.1 Umgebungstemperatur

9.1.1 Anforderungen

- a) Mindest-Nenngebrauchsbereich der Umgebungstemperatur: Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät für die Verwendung in geschlossenen Räumen
- b) Im Temperaturbereich von +5 °C bis +40 °C darf die Anzeige um höchstens $\pm 10\%$ von der Anzeige bei Prüfbedingungen abweichen. Die beabsichtigte Verwendung des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät für geschlossene Räume muss angegeben werden.
- c) Erweiterter Nenngebrauchsbereich der Umgebungstemperatur: Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät für die Verwendung im Freien
- d) i) Im Temperaturbereich von -10 °C bis +40 °C darf die Anzeige um höchstens $\pm 10\%$ von der Anzeige bei Prüfbedingungen abweichen. Die Erfüllung dieser Anforderung wird für alle tragbaren Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte empfohlen, die im Freien verwendet werden sollen.
ii) Falls erforderlich kann der Temperaturbereich durch Vereinbarung zwischen Käufer und Verkäufer ausgedehnt werden, z.B. von -25 °C bis 50 °C. Diese Anforderungen gelten für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte, die in heißeren oder kälteren Klimazonen eingesetzt werden sollen. Die Anzeige muss innerhalb von $\pm 10\%$ in gesamten angegebenen Bereich bleiben

ANMERKUNG Für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte, die bei Temperaturen unter -10°C arbeiten sollen, können besondere Maßnahmen erforderlich sein, um die Batterien auf höherer Betriebstemperatur als der Umgebungstemperatur zu halten.

9.1.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung ist normalerweise ein Klimaschrank erforderlich. Wenn das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät nicht konstruktionsbedingt besonders feuchteempfindlich ist, ist keine besondere Regelung der Luftfeuchte erforderlich.

Das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät wird zunächst unter Prüfbedingungen (siehe Tabelle 1) mit einer geeigneten Kontrollvorrichtung bestrahlt, um eine geeignete Anzeige zu erhalten (vorzugsweise im empfindlichsten Bereich) und die Anzeige aufgezeichnet. Die Temperatur wird mindestens 4 h auf der jeweiligen Grenztemperatur gehalten und die Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes in den letzten 30 min dieses Zeitraumes ermittelt.

9.2 Relative Feuchte

9.2.1 Anforderungen

- a) Mindest-Nenngebrauchsbereich der Feuchte: Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät für die Verwendung in geschlossenen Räumen. Die Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes darf für alle Luftfeuchten bis 85 % bei einer Temperatur von 30 °C um höchstens $\pm 10\%$ von der Anzeige bei Prüfbedingungen abweichen. Eine Prüfung des Einflusses der Luftfeuchte ist nur erforderlich, wenn konstruktionsbedingt ein Einfluss der Feuchte auf den Messwert zu erwarten ist.
- b) Erweiterter Nenngebrauchsbereich der Feuchte: Die Anzeige des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes darf für alle Luftfeuchten bis 95 % bei einer Temperatur von 35 °C um höchstens $\pm 10\%$ von der Anzeige bei Prüfbedingungen abweichen.

9.2.2 Prüfverfahren

Die Prüfung wird nur bei der Temperatur von 35 °C in einer Klimakammer durchgeführt. Die erlaubte Abweichung von $\pm 10\%$ ist additiv zu der Änderung, die nur durch die Temperaturänderung gegenüber der Bezugsbedingung entsteht.

9.3 Luftdruck

Ein wesentlicher Einfluss des Luftdrucks ist generell nur bei Detektoren zu erwarten, die Luft als Detektormaterial verwenden und deren Messvolumen nicht hermetisch abgeschlossen ist. Für diese Detektoren muss für alle Prüfungen der Luftdruck angegeben werden und die Abhängigkeit des Messwertes vom Luftdruck muss vom Hersteller angegeben werden.