

	DIN IEC 61526 (VDE 0492-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 17.240	Einsprüche bis 2009-05-02 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 61526 (VDE 0492-1):2007-08 Entwurf Strahlenschutz-Messgeräte – Messung der Tiefen- und der Oberflächen-Personendosis $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ für Röntgen-, Gamma-, Neutronen- und Betastrahlung – Direkt ablesbare Personendosimeter (IEC 45B/602/CDV:2008) Radiation protection instrumentation – Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X, gamma, neutron and beta radiations – Direct reading personal dose equivalent meters (IEC 45B/602/CDV:2008) Instrumentation pour la radioprotection – Mesure des équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X, gamma, neutron et bêta – Appareils de mesure à lecture directe de l'équivalent de dose individuel (CEI 45B/602/CDV:2008) Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-02-23 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 – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 117 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.	

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	7
Einleitung.....	11
1 Anwendungsbereich	11
2 Normative Verweisungen.....	12
3 Begriffe.....	14
4 Einheiten und Formelzeichen	21
4.1 Einheiten	21
4.2 Liste der Formelzeichen	21
5 Mechanische Merkmale.....	23
5.1 Größe.....	23
5.2 Masse	24
5.3 Gehäuse	24
5.4 Schalter	24
6 Allgemeine Merkmale	24
6.1 Klassifizierung von Personendosimetern	24
6.2 Anzeige	24
6.3 Markierungen auf dem Dosimeter	24
6.4 Ablagerung radioaktiver Kontamination.....	24
6.5 Messbereiche für Personendosis und Personendosisleistung	24
6.6 Messbereich.....	25
6.7 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße	25
6.8 Verwendung von mehr als einem Dosimeter.....	25
6.9 Anzeige durch Geräteartefakte und natürliche Umgebungsstrahlung.....	25
6.10 Dosis- oder Dosisleistungs-Warnschwellen	25
6.10.1 Allgemeines	25
6.10.2 Äquivalentdosis-Warnschwellen.....	25
6.10.3 Äquivalentdosisleistungs-Warnschwellen.....	26
6.10.4 Warnsignal Ausgang.....	26
6.11 Anzeige von Fehlfunktionen	26
7 Allgemeine Prüfverfahren	26
7.1 Art der Prüfungen.....	26
7.2 Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen	26
7.3 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ F	26
7.4 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ S	27
7.5 Wahl des Phantoms bei der Prüfung	27

	Seite
7.6	Position der Detektor-Anordnung für Prüfzwecke 27
7.7	Position des Dosimeters beim Gebrauch 27
7.8	Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße 27
7.9	Niedrige Äquivalentdosisleistungen 28
7.10	Statistische Schwankungen..... 28
7.11	Erzeugung der Referenzstrahlungsfelder..... 28
8	Additivität der Anzeige..... 28
8.1	Anforderungen..... 28
8.2	Prüfverfahren..... 29
8.3	Bewertung der Ergebnisse 29
9	Anforderungen und Prüfungen bezüglich Strahlung 29
9.1	Allgemeines 29
9.2	Berücksichtigung der Unsicherheit des richtigen Wertes..... 30
9.3	Linearität des Dosis-Ansprechvermögens, Dosisleistungsabhängigkeit und statistische Schwankungen 30
9.3.1	Allgemeines 30
9.3.2	Anforderungen..... 30
9.3.3	Prüfverfahren unter Benutzung von Quellen..... 30
9.3.4	Bewertung der Ergebnisse 31
9.3.5	Prüfverfahren für Photonendosimeter unter Benutzung von natürlicher Umgebungsstrahlung 31
9.3.6	Bewertung der Ergebnisse 32
9.4	Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung 32
9.4.1	Messgröße $H_p(0,07)$ oder $\dot{H}_p(0,07)$ 32
9.4.2	Messgröße $H_p(10)$ oder $\dot{H}_p(10)$ 33
9.5	Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Neutronenstrahlung 33
9.5.1	Messgröße $H_p(10)$ oder $\dot{H}_p(10)$ 33
9.6	Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung 35
9.6.1	Messgröße $H_p(0,07)$ oder $\dot{H}_p(0,07)$ 35
9.6.2	Messgröße $H_p(10)$ oder $\dot{H}_p(10)$ 36
9.7	Speicherung der Äquivalentdosis-Anzeige..... 36
9.7.1	Allgemeines 36
9.7.2	Anforderungen..... 36
9.7.3	Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse 36
9.8	Überlastbarkeit 37
9.8.1	Allgemeines 37

	Seite
9.8.2 Anforderungen	37
9.8.3 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	37
9.9 Alarm.....	37
9.9.1 Allgemeines	37
9.9.2 Einstellzeit für Äquivalentdosisleistungsanzeige und -alarm.....	38
9.9.3 Genauigkeit des Äquivalentdosisalarms.....	38
9.9.4 Genauigkeit des Äquivalentdosisleistungsalarms	39
9.10 Modellfunktion.....	39
10 Elektrische und umweltbezogene Leistungsanforderungen und Prüfungen	39
10.1 Allgemeines	39
10.2 Versorgungsspannung – Batterie- oder Akkumulatorbetrieb	40
10.2.1 Allgemeine Anforderungen	40
10.2.2 Spezielle Anforderungen an Batterien (nicht aufladbar).....	40
10.2.3 Spezielle Anforderungen an Akkumulatoren (wiederaufladbar)	40
10.2.4 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse (Batterien und Akkumulatoren)	41
10.3 Umgebungstemperatur	42
10.3.1 Anforderungen	42
10.3.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	42
10.4 Relative Luftfeuchte	43
10.4.1 Anforderungen	43
10.4.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	43
10.5 Luftdruck	44
10.6 Dichtheit	44
10.7 Lagerung	44
11 Elektromagnetische Leistungsanforderungen und Prüfverfahren	44
11.1 Allgemeines	44
11.2 Entladung statischer Elektrizität.....	45
11.2.1 Anforderungen	45
11.2.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	45
11.3 Eingestrahlte elektromagnetische Felder	45
11.3.1 Anforderungen	45
11.3.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	45
11.4 Leitungsgeführte Störungen durch schnelle Transienten oder Bursts	46
11.4.1 Anforderungen	46
11.4.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	46
11.5 Leitungsgeführte Störungen durch Netzunterbrechungen.....	46
11.5.1 Anforderungen	46
11.5.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	46
11.6 Leitungsgeführte Störungen durch Hochfrequenz.....	46

	Seite
11.6.1 Anforderungen.....	46
11.6.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	46
11.7 50 Hz/60 Hz-Magnetfelder	47
11.7.1 Anforderungen.....	47
11.7.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	47
11.8 Spannungseinbrüche und kurze Unterbrechungen.....	47
11.8.1 Anforderungen.....	47
11.8.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	47
12 Mechanische Leistungsanforderungen und Prüfverfahren	47
12.1 Allgemeines	47
12.2 Fallprüfung.....	47
12.2.1 Anforderungen.....	47
12.2.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	48
12.3 Schwingungsprüfung	48
12.3.1 Anforderungen.....	48
12.3.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	48
12.4 Mikrophonieprüfung.....	48
12.4.1 Anforderungen.....	48
12.4.2 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse	48
13 Messunsicherheit.....	49
14 Begleitpapiere.....	49
14.1 Bauartprüfungs-Bericht.....	49
14.2 Prüfschein.....	49
15 Gebrauchsanweisung und Wartungshandbuch	50
Anhang A (normativ) Statistische Schwankungen.....	57
Anhang B (informativ) Verfahren zur Bestimmung der Änderungen des relativen Ansprechvermögens für Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel	59
Anhang C (informativ) Verwendungsklassen für Personendosimeter	61
Literaturhinweise.....	62
 Tabelle 1 – Formelzeichen (und Abkürzungen).....	 21
Tabelle 2 – Werte von c_1 und c_2 für w verschiedene Dosiswerte und n Anzeigen für jeden Dosiswert	50
Tabelle 3 – Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen.....	51
Tabelle 4 – Leistungsmerkmale von $H_P(0,07)$ -Dosimetern bezüglich Röntgen-, Gamma- und Betastrahlung	52
Tabelle 5 – Leistungsmerkmale von $H_P(10)$ -Dosimetern bezüglich Röntgen- und Gammastrahlung	53
Tabelle 6 – Leistungsmerkmale von $H_P(10)$ -Dosimetern bezüglich Neutronenstrahlung	54
Tabelle 7 – Elektrische und umgebungsbezogene Leistungsmerkmale von Dosimetern	55
Tabelle 8 – Leistungsmerkmale von Dosimetern bei Störungen durch elektromagnetische Felder	56

	Seite
Tabelle 9 – Leistungsmerkmale von Dosimetern bei mechanischen Störungen.....	56
Tabelle A.1 – Anzahl der erforderlichen Ablesungen zur Erkennung des wahren Unterschiedes (95-%-Vertrauensniveau) zwischen zwei Sätzen von Ablesungen auf demselben Gerät	58
Tabelle C.1 – Verwendungsklassen für Personendosimeter.....	61

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45B/602/CDV:2008 „Radiation protection instrumentation – Measurement of personal dose equivalents $H_p(10)$ and $H_p(0,07)$ for X, gamma, neutron and beta radiations – Direct reading personal dose equivalent meters“ (CDV, en: Committee Draft for Vote) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom SC 45B „Radiation protection instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme und Abstimmung vorgelegt. Es wird jedoch nicht zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage gestellt. Dennoch ist vorgesehen, dieses Dokument nach Veröffentlichung der IEC-Publikation als Europäische Norm zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS (en: Final Draft International Standard) nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CDV als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium GUK 967.3 „Strahlenschutzdosimeter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem Normenausschuss Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61526 (VDE 0492-1):2007-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme von Definitionen aus ISO/IEC Guide 99 „International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)“;
- b) Konsistenz mit IEC/TR 62461:2006 „Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty in measurement“;
- c) verbesserte Bestimmung der Linearität des Dosis-Ansprechvermögens und statistischer Schwankungen;
- d) Aufnahme von Software-Anforderungen.

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 Abschnitsnummer, 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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 60050-151:2001	IEV Teil 151:2002-03	
	IEC 60050-393:2003	IEV Teil 393:2004-07	
	IEC 60050-394:2007	IEV Teil 394:2008-03	
EN 60068-2-31:2008	IEC 60068-2-31:2008	DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31):2009-xx	VDE 0468-2-31
EN 60086-1:2007	IEC 60086-1:2006	DIN EN 60086-1:2007-11	–
EN 60086-2:2007	IEC 60086-2:2006	DIN EN 60086-2:2007-11	–
EN 60359:2002	IEC 60359:2001	DIN EN 60359:2002-09	–
EN 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2001	IEC 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2000	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12	VDE 0847-4-2
EN 61000-4-3:2006 + A1:2008	IEC 61000-4-3:2006 + A1:2007	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2008-06	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-4:2004	IEC 61000-4-4:2004	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2005-07	VDE 0847-4-4
EN 61000-4-5:2006	IEC 61000-4-5:2005	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06	VDE 0847-4-5
EN 61000-4-6:2007 + Corr. 2007-08 –	IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006 ersetzt durch IEC 61000-4-6:2008	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2008-04 –	VDE 0847-4-6
EN 61000-4-8:1993 + A1:2001	IEC 61000-4-8:1993 + A1:2000	DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8):2001-12	VDE 0847-4-8
EN 61000-4-11:2004	IEC 61000-4-11:2004	DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11):2005-02	VDE 0847-4-11
EN 61000-6-2:2005	IEC 61000-6-2:2005	DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2):2006-03	VDE 0839-6-2
EN 61187:1994	IEC 61187:1993	DIN EN 61187:1995-06	–
–	IEC/TR 62461:2006	DIN VDE 0493 Bbl 2 (VDE 0493 Bbl 2):2007-06	VDE 0493 Bbl 2
–	ISO/IEC Guide 98:1995	–	–
–	ISO/IEC Guide 99:2007	–	–
–	ISO 4037-1:1996	–	–
–	ISO 4037-2:1997	–	–
–	ISO 4037-3:1999	–	–
–	ISO 4037-4:2004	–	–
–	ISO 6980-1:2006	–	–
–	ISO 6980-2:2004	–	–
–	ISO 6980-3:2006	–	–

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	ISO/CD 29661:2008	–	–
–	ISO 8529-1:2001	–	–
–	ISO 8529-2:2000	–	–
–	ISO 8529-3:1998	–	–
–	ISO 12789-1:2008	–	–
–	ISO 12789-2:2008	–	–
–	ICRU report 51:1993	–	–
–	ICRU report 60:1999	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-31 (VDE 0468-2-31):2009-xx, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen; Prüfung Ec: Kippfallen und Umstürzen, vornehmlich für Geräte*

DIN EN 60086-1:2007-11, *Primärbatterien – Teil 1: Allgemeines (IEC 60086-1:2006); Deutsche Fassung EN 60086-1:2007*

DIN EN 60086-2:2007-11, *Primärbatterien – Teil 2: Physikalische und elektrische Spezifikationen (IEC 60086-2:2006); Deutsche Fassung EN 60086-2:2007*

DIN EN 60359:2002-09, *Elektrische und elektronische Messeinrichtungen – Angabe zum Betriebsverhalten (IEC 60359:2001); Deutsche Fassung EN 60359:2002*

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (IEC 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:1995 + A1:1998 + A2:2001*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2008-06, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:2006 + A1:2007); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2006 + A1:2008*

DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847-4-4):2005-07, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (IEC 61000-4-4:2004); Deutsche Fassung EN 61000-4-4:2004*

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2007-06, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:2005); Deutsche Fassung EN 61000-4-5:2006*

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2008-04, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006); Deutsche Fassung EN 61000-4-6:2007 + Corrigendum August 2007*

DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen (IEC 61000-4-8:1993 + A1:2000); Deutsche Fassung EN 61000-4-8:1993 + A1:2001*

E DIN IEC 61526 (VDE 0492-1):2009-03

DIN EN 61000-4-11 (VDE 0847-4-11):2005-02, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren – Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (IEC 61000-4-11:2004); Deutsche Fassung EN 61000-4-11:2004*

DIN EN 61000-6-2 (VDE 0839-6-2):2006-03, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 6-2: Fachgrundnormen – Störfestigkeit für Industriebereiche (IEC 61000-6-2:2005); Deutsche Fassung EN 61000-6-2:2005*

DIN EN 61187:1995-06, *Elektrische und elektronische Messgeräte; Mitzuliefernde Unterlagen (IEC 61187:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61187:1994*

DIN VDE 0493 Beiblatt 2 (VDE 0493 Bbl 2):2007-06, *Strahlenschutz-Messgeräte – Bestimmung der Unsicherheit beim Messen (IEC/TR 62461:2006)*

IEV Teil 151, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Teil 151: Elektrische und magnetische Geräte und Einrichtungen – Hauptabschnitt 151-11: Allgemeines*

IEV Teil 393, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Teil 393: Nukleare Instrumentierung – Physikalische Phänomene und grundlegende Begriffe**

IEV Teil 394, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Teil 394: Nukleare Instrumentierung – Geräte, Systeme, Einrichtungen und Detektoren*

* Im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM zu beziehen über Beuth Verlag.

**Strahlenschutz-Messgeräte –
Messung der Tiefen- und der Oberflächen-Personendosis $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ für
Röntgen-, Gamma-, Neutronen- und Betastrahlung –
Direkt ablesbare Personendosimeter**

Einleitung

Diese Norm gilt für aktive, direkt anzeigende Personendosimeter und Überwachungsgeräte zur Messung der Tiefen- und der Oberflächen-Personendosis $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ für Röntgen-, Gamma-, Neutronen- und Betastrahlung.

Für die Tiefen-Personendosis $H_p(10)$ oder die Tiefen-Personendosisleistung $\dot{H}_p(10)$ für Röntgen- und Gammastrahlung werden zwei Mindest-Nenngebrauchsbereiche für die Photonenenergie festgelegt. Der erste von 20 keV bis 150 keV ist für Arbeitsplätze an denen mit Röntgenstrahlung umgegangen wird, zum Beispiel in der medizinischen Diagnostik, der zweite von 80 keV bis 1,5 MeV ist für Arbeitsplätze an denen mit Gammaquellen umgegangen wird, zum Beispiel in der Industrie. Für Neutronenstrahlung ist der Mindest-Nenngebrauchsbereich für die Neutronenenergie von 0,025 eV (thermische Neutronen) bis 5 MeV. Die Nenngebrauchsbereiche können auf alle Energien erweitert werden, die von den entsprechenden Normen für die Referenzstrahlungsfelder abgedeckt werden.

Für die Oberflächen-Personendosis $H_p(0,07)$ für Röntgen- und Gammastrahlung wird ein Mindest-Nenngebrauchsbereich für die Photonenenergie von 30 keV bis 250 keV festgelegt und für Betastrahlung überstreicht der Mindest-Nenngebrauchsbereich den Bereich von 0,2 MeV bis 0,8 MeV. Die Nenngebrauchsbereiche können auf alle Energien erweitert werden, die von den entsprechenden Normen für die Referenzstrahlungsfelder abgedeckt werden.

Beispiele für erweiterte Nenngebrauchsbereiche sind im Anhang C angegeben.

Für einige Anwendungen, zum Beispiel an kerntechnischen Anlagen, an denen 6 MeV Photonenstrahlung auftritt, kann die Messung der Personendosis(leistung) $H_p(10)$ für Photonenenergien bis zu 10 MeV notwendig sein, für einige andere Anwendungen kann die Messung von $H_p(10)$ bis herunter zu 10 keV notwendig sein.

Für Personendosimeter werden Anforderungen für die Messung der Dosis-Messgrößen $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ und für die Überwachung der Dosisleistungs-Messgrößen $\dot{H}_p(10)$ und $\dot{H}_p(0,07)$ festgelegt. Für Personendosimeter ist die Messung dieser Dosisleistungs-Messgrößen eine Option.

Gesetzgebende Institutionen in einigen Ländern können beabsichtigen, diese Art von Personendosimetern als amtliche Dosimeter für die Dosismessung durch amtliche Dosimetriestellen zu verwenden.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Personendosimeter mit den folgenden Eigenschaften:

- a) sie werden am Rumpf oder an den Gliedmaßen des Körpers getragen;
- b) sie messen die Tiefen- und Oberflächen-Personendosis $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ durch externe Röntgen-, Gamma-, Neutronen- und Betastrahlung und möglicherweise die Tiefen- und Oberflächen-Personendosisleistungen $\dot{H}_p(10)$ und $\dot{H}_p(0,07)$;
- c) sie haben eine digitale Anzeige;
- d) sie können Warnschwellen für die Personendosis oder die Personendosisleistung haben.

Diese Norm ist daher für die Messung der folgenden Kombinationen von Dosismessgrößen (einschließlich der zugehörigen Dosisleistungen) und Strahlungsarten anwendbar:

E DIN IEC 61526 (VDE 0492-1):2009-03

- 1) $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ durch Röntgen- und Gammastrahlung;
- 2) $H_p(10)$ und $H_p(0,07)$ durch Röntgen-, Gamma- und Betastrahlung;
- 3) $H_p(10)$ durch Röntgen- und Gammastrahlung;
- 4) $H_p(10)$ durch Neutronenstrahlung;
- 5) $H_p(10)$ durch Röntgen-, Gamma- und Neutronenstrahlung;
- 6) $H_p(10)$ durch Röntgen-, Gamma- und Betastrahlung.

ANMERKUNG 1 Wenn in dieser Norm der Begriff „Dosis“ verwendet wird, so ist damit die Oberflächen- oder Tiefen-Personendosis gemeint, sofern nichts anderes festgelegt wird.

ANMERKUNG 2 Wenn in dieser Norm der Begriff „Dosimeter“ verwendet wird, so sind damit alle Personendosimeter gemeint, sofern nichts anderes festgelegt wird.

Diese Norm legt Anforderungen für Dosimeter und, sofern zur Verfügung gestellt, für dazugehörige Auslesegeräte fest.

Diese Norm enthält für die oben beschriebenen Dosimeter allgemeine Leistungsmerkmale, allgemeine Prüfverfahren, Merkmale für Eigenschaften bezüglich Strahlung sowie bezüglich elektrischer, mechanischer, sicherheitstechnischer und umgebungsspezifischer Parameter. Die Anforderungen für dazugehörige Auslesegeräte beschränken sich auf solche, die die Genauigkeit der Anzeige der Personendosis und der Alarmschwellen beeinflussen, sowie die Rückwirkung des Auslesegerätes auf das Dosimeter betreffen.

Darüber hinaus legt diese Norm Klassen von Personendosimetern in Abhängigkeit von der Sicherung der gespeicherten Informationen fest (siehe 6.1). Zusätzlich sind im Anhang C Verwendungsklassen in Bezug auf die verschiedenen Messmöglichkeiten angegeben.

Diese Norm enthält keine speziellen Anforderungen für Unfall- oder Notfalldosimetrie, obwohl die Dosimeter für diesen Zweck verwendet werden können. Diese Norm gilt nicht für Dosimeter zur Messung von gepulster Strahlung, wie zum Beispiel die von Linearbeschleunigern oder ähnlichen Anlagen ausgehende Strahlung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-393:2003, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 393: Nuclear instrumentation: Physical phenomena and basic concepts*

IEC 60050-394:2007, *Ed. 2.0, International Electrotechnical Vocabulary – Part 394: Nuclear instrumentation – Instruments, systems, equipment and detectors*

IEC 60068-2-31:2008 Ed. 2.0, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60086-1:2007, *Ed. 10.0, Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60086-2:2007, *Ed. 11.0, Primary batteries – Part 2: Physical and electrical specifications*

IEC 60359:2001, *Electrical and electronic measurement equipment – Expression of performance*

IEC 61000-4-2:2001 Consolidated Edition 1.2 (incl. am1+am2), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2008 Consolidated Edition 3.1 (incl. am1), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, Ed. 2.0, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, Ed. 3.0, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2001, Consolidated Edition 1.1 (incl. am1), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, Ed. 2.0, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-6-2:2005, Ed. 2.0, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61187:1993, *Electrical and electronic measuring equipment – Documentation*

IEC/TR 62461:2006, Ed. 1.0, *Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty in measurement*

ISO/IEC Guide 98:1995, *Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*

ISO/IEC Guide 99:2007, *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*

ISO 4037-1:1996, *X and gamma reference radiations for calibrating dosimeters and doserate 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 doserate 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 doserate 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 4037-4:2004, *X and gamma reference radiation for calibrating dosimeters and doserate meters and for determining their response as a function of photon energy – Part 4: Calibration of area and personal dosimeters in low energy X reference radiation fields*

ISO 6980-1:2006, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 1: Method of production*

ISO 6980-2:2004, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 2: Calibration fundamentals related to basic quantities characterizing the radiation field*

ISO 6980-3:2006, *Nuclear energy – Reference beta-particle radiation – Part 3: Calibration of area and personal dosimeters and the determination of their response as a function of beta radiation energy and angle of incidence*

ISO/CD 29661:2008, *Radiation Protection – Reference radiation fields for radiation protection – Definitions and fundamental concepts*

ISO 8529-1:2001, *Neutron reference radiations – Part 1: Characteristics and methods of production*

ISO 8529-2:2000, *Neutron reference radiations – Part 2: Calibration fundamentals related to the basic quantities characterising the radiation field*

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

ISO 12789-1:2008, *Reference radiation fields – Simulated workplace neutron fields – Part 1: Characteristics and methods of production*

ISO 12789-2:2008, *Reference radiation fields – Simulated workplace neutron fields – Part 2: Calibration fundamentals related to the basic quantities*

ICRU report 51:1993, *Quantities and units in radiation protection dosimetry*

ICRU report 60:1999, *Fundamental Quantities and Units for Ionizing Radiation*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050(393), IEC 60050(394), IEC 60359 und ICRU Report 51 und die folgenden Begriffe.

3.1

Abnahmeprüfung

(en: acceptance test)

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

[IEV 394-20-9; IEV 151-16-23]

3.2

Kalibrierung (für die Anwendung dieser Norm)

(en: calibration (for the purpose of this standard))

zahlenmäßige Bestimmung des Bezugs-Kalibrierfaktors N_0 und der Korrektur für nichtlineares Ansprechvermögen r_n unter festgelegten Prüfbedingungen, bei denen alle m relativen Ansprechvermögen r_q gleich Eins und alle l Abweichungen D_p gleich Null sind

3.3

Kalibrierfaktor

N

(en: calibration factor)

Quotient richtiger Wert H_r einer Größe zu Anzeige G_r am Prüfort für eine Bezugs-Strahlungsqualität unter festgelegten Bezugsbedingungen. Es gilt

$$N = \frac{H_r}{G_r}$$

ANMERKUNG 1 (Siehe ISO 4037-3) Der Kalibrierfaktor N ist dimensionslos, wenn das Messgerät die zu messende Größe anzeigt. Ein Dosimeter, das den richtigen Wert fehlerfrei anzeigt, hat den Kalibrierfaktor 1.

ANMERKUNG 2 (Siehe ISO 4037-3) Der Kehrwert des Kalibrierfaktors ist gleich dem Ansprechvermögen unter Bezugsbedingungen. Im Gegensatz zum Kalibrierfaktor, der nur unter Bezugsbedingungen gilt, gilt das Ansprechvermögen unter allen Bedingungen, die zum Zeitpunkt der Messung herrschen.

ANMERKUNG 3 (Siehe ISO 4037-3) Der Wert des Kalibrierfaktors kann sich mit dem Wert der Messgröße verändern. In diesem Fall hat das Dosimeter ein nicht lineares Ansprechvermögen.

3.4

Variationskoeffizient

(en: coefficient of variation)

Verhältnis der Standardabweichung s zum arithmetischen Mittelwert $\bar{x}$ einer Reihe von n Messwerten x_i , gegeben durch folgende Gleichung:

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

[IEV 394-20-14]

3.5

zusammengesetzte Standardunsicherheit

u_c

(en: combined standard uncertainty)

Schätzwert der Standardabweichung für das Messergebnis

ANMERKUNG Siehe „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM) 2.3.4 (ISO/IEC Guide 98).

3.6

richtiger Wert einer Größe

(en: conventional quantity value)

Wert, der durch Vereinbarung einer Größe für einen vorgegebenen Zweck zugewiesen wird

ANMERKUNG 1 Der Begriff „konventionell richtiger Wert“ (en: conventional true quantity value) wird manchmal für dieses Konzept verwendet, doch wird von dessen Verwendung abgeraten.

ANMERKUNG 2 Manchmal ist ein richtiger Wert einer Größe ein Schätzwert für den wahren Wert.

ANMERKUNG 3 Im Allgemeinen wird angenommen, dass einem richtigen Wert eine ausreichend kleine Unsicherheit beigeordnet ist, die Null sein kann.

[VIM 2.12]

ANMERKUNG 4 In dieser Norm ist die Größe die Äquivalentdosis(leistung).

3.7

Korrektur für nicht lineares Ansprechvermögen

r_n

(en: correction for non-linear response)

Quotient Ansprechvermögen R zu Bezugs-Ansprechvermögen R_0 unter festgelegten Bedingungen bei ausschließlicher Variation der zu messenden Größe. Es gilt

$$r_n = \frac{R}{R_0}$$

ANMERKUNG Für ein Messgerät mit linearem Ansprechvermögen ist r_n gleich 1.

3.8

Detektor-Anordnung

(en: detector assembly)

Anordnung eines Strahlungsdetektors und der zugehörigen Komponenten, die für die Kalibrierung oder die Bestimmung des Ansprechvermögens benötigt werden

ANMERKUNG Das Kalibrierergebnis gilt nur für diese Detektor-Anordnung.

BEISPIEL Ein Personendosimeter muss unter Verwendung eines Phantoms kalibriert werden. Die Detektor-Anordnung beinhaltet die Kombination aus Personendosimeter und Phantom und möglicherweise zusätzlichen Anzeigen und Kabeln.

[ISO/CD 29661]

3.9

Abweichung

D

(en: deviation)

Differenz zwischen den angezeigten Werten eines Dosis(leistungs)-Messgeräts für gleiche Werte der Messgröße, wenn eine Einflussgröße aufeinanderfolgend zwei unterschiedliche Werte annimmt

[IEV 311-07-03 modifiziert]

$$D = G - G_r$$

Dabei ist

G die Anzeige bei Einwirkung der Einflussgröße und

G_r die Anzeige bei Bezugsbedingungen.

ANMERKUNG 1 Der ursprüngliche Begriff in IEV 311-07-03 lautet „Einflusseffekt (en: variation) (durch eine Einflussgröße)“. Um Verwechslungen mit der Änderung (en: variation) (der Anzeige) und der Änderung (en: variation) des Ansprechvermögens zu vermeiden, wird der Begriff „Abweichung“ genannt.

ANMERKUNG 2 Die Abweichung kann positiv oder negativ sein, entsprechend wird die Anzeige vergrößert oder verkleinert.

ANMERKUNG 3 Die Abweichung ist besonders wichtig für Einflussgrößen vom Typ S.

3.10

Messbereich

(en: effective range of measurement)

Wertebereich der zu messenden Größe, in dem ein Dosimeter die Spezifikationen dieser Norm erfüllt

[IEV 394-20-16, modifiziert]

3.11

erweiterte Messunsicherheit

U

(en: expanded uncertainty)

Maß für die Unsicherheit, das ein Intervall um den Messwert angibt, in dem der Wert der Messgröße mit hoher Wahrscheinlichkeit angenommen wird. Es wird durch Multiplikation der zusammengesetzten Unsicherheit mit dem Überdeckungsfaktor *k* erhalten.

ANMERKUNG Siehe GUM 2.3.5 (ISO/IEC Guide 98).

3.12

Anzeige (für die Anwendung dieser Norm)

G

(en: indicated value (for the purpose of this standard))

durch die digitale Anzeige des Dosimeters gegebener Wert

3.13

Einflussgröße

(en: influence quantity)

Größe, die nicht Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst

ANMERKUNG 1 Zum Beispiel die Temperatur einer Messschraube zur Längenmessung.

[IEV 394-20-27; GUM B.2.10]

ANMERKUNG 2 Sofern die Auswirkung einer Einflussgröße auf das Ergebnis einer Messung von einer anderen Einflussgröße abhängt, werden diese Einflussgrößen als eine einzige behandelt. In dieser Norm ist dies der Fall für die Einflussgrößen „Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel“.

3.14

Einflussgröße vom Typ F

(en: influence quantity of type F)

Einflussgröße, deren Wirkung auf die Anzeige eine Änderung des Ansprechvermögens ist

ANMERKUNG 1 Beispiele sind Strahlungsenergie und Strahleneinfallrichtung (siehe 9.4 bis 9.6) und Dosisleistung bei der Dosismessung.

ANMERKUNG 2 Das F steht für Faktor (en: factor): Die Anzeige auf Grund von Strahlung wird mit einem Faktor auf Grund der Einflussgröße multipliziert.

3.15

Einflussgröße vom Typ S

(en: influence quantity of type S)

Einflussgröße, deren Wirkung auf die Anzeige eine Abweichung unabhängig vom Wert der Anzeige ist

ANMERKUNG 1 Beispiele sind elektromagnetische Störungen (siehe Abschnitt 11) und Mikrofonie (siehe 12.4).

ANMERKUNG 2 Alle Anforderungen bezüglich Einflussgrößen vom Typ S sind im Hinblick auf den Wert der Abweichung D gegeben.

ANMERKUNG 3 Das S steht für Summe (en: sum): Die Anzeige ist die Summe der Anzeige auf Grund von Strahlung und auf Grund der Einflussgröße, zum Beispiel elektromagnetische Störungen.

3.16

untere Grenze des Messbereichs

H_0

(en: lower limit of effective range of measurement)

kleinster Wert der Dosis(leistung), der im Messbereich enthalten ist

3.17

maximal mögliche Messzeit

$t_{\max}$

(en: maximum possible measuring time)

längste Messzeit, innerhalb der alle Anforderungen dieser Norm erfüllt werden

3.18

Messwert (unter Benutzung des Ansprechvermögens)

M

(en: measured value (using response))

Wert, der aus der Anzeige G durch Anwendung der Modellfunktion für die Messung bestimmt wird

ANMERKUNG 1 Die Modellfunktion ist für die Bestimmung der Messunsicherheit gemäß dem GUM erforderlich (siehe Abschnitte 3.1.6, 3.4.1 und 4.1 im GUM).

ANMERKUNG 2 Ein Beispiel einer Modellfunktion ist unten angegeben. Sie verbindet die Anzeige G mit dem Bezugs-Kalibrierfaktor N_0 , der Korrektur für Nichtlinearität r_n , den l Abweichungen D_p ($p=1..l$) für Einflussgrößen vom Typ S und den m relativen Ansprechvermögen r_q ($q=1..m$) für Einflussgrößen vom Typ F:

$$M = \frac{N_0}{r_n \prod_{q=1}^m r_q} \left[G - \sum_{p=1}^l D_p \right]$$

ANMERKUNG 3 Die Berechnungen entsprechend dieser Modellfunktion werden in der Regel nicht durchgeführt sondern nur für den Fall, dass spezielle Einflussgrößen genau bekannt sind und eine entsprechende Korrektur angebracht wird.

ANMERKUNG 4 Fall notwendig kann eine andere Modellfunktion verwendet werden, die die Bauart des gegebenen Dosimeters besser beschreibt.

ANMERKUNG 5 Wenn die Kalibriereinsteller entsprechend den Herstelleranweisungen justiert sind, dann werden der Bezugs-Kalibrierfaktor, die Korrektur für nichtlineares Ansprechvermögen und alle relativen Ansprechvermögen gleich 1 und alle Abweichungen gleich Null gesetzt. Aus diesen Annahmen ergibt sich eine Messunsicherheit, die aus der gemessenen Veränderung der Werte des Ansprechvermögens und den gemessenen Abweichungen bestimmt werden kann. Für ein Dosimeter, das entsprechend dieser Norm geprüft wurde, sind alle diese Daten vorhanden.

3.19

Mindest-Nenngebrauchsbereich

(en: minimum rated range)

kleinster vorgegebener Bereich einer Einflussgröße oder eines Geräteparameters, in dem das Dosimeter innerhalb der zugehörigen Grenzen der Variation des relativen Ansprechvermögens arbeiten muss, um diese Norm zu erfüllen

3.20

nicht lineares Ansprechvermögen

(en: non-linear response)

Veränderung des Wertes des (relativen) Ansprechvermögens mit dem Wert der Messgröße

3.21

Personendosis

$H_p(d)$

(en: personal dose equivalent)

Äquivalentdosis in Weichteilgewebe an einer festgelegten Stelle im menschlichen Körper in der Tiefe d

ANMERKUNG Die empfohlenen Tiefen sind 10 mm für durchdringende Strahlung und 0,07 mm für nicht durchdringende Strahlung.

[IEV 393-14-97]

3.22

Personendosis-Messgerät

(en: personal dose equivalent meter)

Gerät zur Messung der Personendosis mit einer digitalen Anzeige der Dosis

3.23

Personendosisleistung

$\dot{H}_p(d)$

(en: personal dose equivalent rate)

Quotient $dH_p(d)$ zu dt , wobei $dH_p(d)$ der Zuwachs der Personendosis im Zeitintervall dt ist

$$H_p(d) = \frac{dH_p(d)}{dt}$$

Einheiten der Personendosisleistung sind jeder Quotient aus Sievert sowie dessen dezimalen Vielfachen oder Teilen und einer geeigneten Einheit der Zeit (zum Beispiel mSv h^{-1}).

3.24

Prüfort

(en: point of test)

Ort, an dem der richtige Wert bestimmt ist und an den der Bezugspunkt der Detektoranordnung für Kalibrier- und Prüfzwecke gebracht wird

3.25

Eignungsprüfungen

(en: qualification tests)

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

3.26

Gebrauchsbereich

(en: rated range)

dem Instrument zugeordneter Bereich, in dem eine Größe gemessen, beobachtet, zur Verfügung gestellt oder festgelegt wird

3.27

Nenngebrauchsbereich

(en: rated range of use)

Bereich der Werte einer Einflussgröße, der die Grenzen für die Anwendung angibt, innerhalb derer die festgelegten Grenzwerte für das relative Ansprechvermögen oder die Abweichung eingehalten werden

3.28

Bezugs-Kalibrierfaktor

(en: reference calibration factor)

Kalibrierfaktor N_0 für einen Bezugswert $H_{r,0}$ der Messgröße. Bezeichnet $G_{r,0}$ die zugehörige Anzeige, so gilt

$$N_0 = \frac{H_{r,0}}{G_{r,0}}$$

ANMERKUNG Für den Wert von $H_{r,0}$ siehe Tabelle 3.

3.29

Bezugsbedingungen

(en: reference conditions)

vorgeschriebene Betriebsbedingungen für die Prüfung eines Messgerätes oder für den Vergleich von Messergebnissen

[IEV 394-20-25; VIM 5.7]

ANMERKUNG 1 Referenzbedingungen schließen üblicherweise Festlegungen von Referenzwerten oder Referenzbereichen für die auf das Messgerät einwirkenden Einflussgrößen ein.

ANMERKUNG 2 Die in Tabelle 3 angegebenen Bezugsbedingungen beinhalten auch Bezugswerte für die Messgröße. Für ein Messgerät mit nicht linearem Ansprechvermögen sind diese Werte verpflichtend, zum Beispiel muss die Anzeige G während der Prüfung gleich $H_{r,0}/N_0$ sein (siehe 3.28). Für ein Messgerät mit linearem Ansprechvermögen kann für $H_{r,0}$ jeder Wert innerhalb des Bereichs der Standardprüfbedingungen gewählt werden, siehe Tabelle 3.

3.30

Vorzugsrichtung

(en: reference orientation)

vom Hersteller festgelegte Orientierung der Detektor-Anordnung bezüglich der Richtung der einfallenden Strahlung

ANMERKUNG Die Detektor-Anordnung ist bei der Kalibrierung in Vorzugsrichtung auszurichten.

3.31

Bezugspunkt einer Anordnung

(en: reference point of an assembly)

Markierung auf einem Bestandteil einer Einrichtung oder Anordnung, die benutzt wird, um sie am Prüfort, an dem der richtige Wert der zu messenden Größe bekannt ist, zu positionieren

[IEV 394-20-15, modified]

3.32

Bezugs-Ansprechvermögen

(en: reference response)

R_0

Ansprechvermögen der Anordnung unter Bezugsbedingungen bezüglich der Einheit der Bezugs-Dosis(leistung)

$$R_0 = \frac{G_{r,0}}{H_{r,0}}$$

Dabei ist $H_{r,0}$ der Bezugswert (richtige Wert) der Messgröße für eine festgelegte Bezugs-Strahlungsqualität unter festgelegten Bezugsbedingungen und $G_{r,0}$ die zugehörige Anzeige.

ANMERKUNG Das Bezugs-Ansprechvermögen ist der Kehrwert des Bezugs-Kalibrierfaktors.

3.33

relative erweiterte Messunsicherheit

U_{rel}

(en: relative expanded uncertainty)

erweiterte Messunsicherheit, dividiert durch den Messwert

3.34

relatives Ansprechvermögen

r

(en: relative response)

Verhältnis Ansprechvermögen R zu Bezugs-Ansprechvermögen R_0 am Prüfort unter festgelegten Bedingungen:

$$r = \frac{R}{R_0}$$

ANMERKUNG Das Bezugs-Ansprechvermögen R_0 wird immer unter 0° Strahleneinfallswinkel bei der Bezugsenergie bestimmt, siehe 3.31.

3.35

Ansprechvermögen einer Strahlungsmessanordnung

R

(en: response of a radiation measuring assembly)

unter festgelegten Bedingungen durch folgende Beziehung gegebene Verhältnis:

$$R = \frac{G}{H}$$

Dabei ist G der mit der zu prüfenden Einrichtung oder Anordnung gemessene Wert der Größe und H der richtige Wert dieser Größe

[IEV 394-20-21]

ANMERKUNG 1 Für ein Messgerät mit nicht linearem Ansprechvermögen muss die Anzeige G gleich derjenigen $G_{r,0}$ sein, die bei der Bestimmung des Bezugs-Ansprechvermögens R_0 erhalten wurde.

ANMERKUNG 2 Unter den festgelegten Bezugsbedingungen ist das Ansprechvermögen gleich dem Kehrwert des Kalibrierfaktors.

3.36

Stückprüfung

(en: routine test)

Prüfung jedes einzelnen Geräts durch den Hersteller oder Anwender zum Nachweis, dass es bestimmte Anforderungen erfüllt

[IEV 394-20-08, modifiziert; IEV 151-04-16, modifiziert]

3.37

Prüfbedingungen

(en: standard test conditions)

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 (siehe Tabelle 3)

3.38

Standardunsicherheit

u_i

(en: standard uncertainty)

Schätzwert der Standardabweichung für jede Unsicherheitskomponente, die zur Unsicherheit des Messwertes beiträgt

ANMERKUNG Siehe GUM 2.3.1 (ISO/IEC Guide 98).

3.39

Zusatzprüfungen

(en: supplementary tests)

Prüfungen, um zusätzliche Informationen über bestimmte Merkmale des Dosimeters zu erhalten

3.40

Bauartprüfung

(en: type test)

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

[IEV 394-20-28; IEV 151-04-15 modifiziert]

3.41

Unsicherheit einer Messung

(en: uncertainty of a measurement)

dem Messergebnis zugeordneter Parameter, der die Streuung der Werte kennzeichnet, die vernünftigerweise der Messgröße zugeordnet werden könnte

ANMERKUNG 1 Der Parameter kann beispielsweise eine Standardabweichung (oder ein gegebenes Vielfaches davon) oder die halbe Weite eines Bereichs sein, der ein festgelegtes Vertrauensniveau hat.

[IEV 394-20-40]

ANMERKUNG 2 Bezüglich weiterer Einzelheiten siehe GUM B.2.18.

4 Einheiten und Formelzeichen

4.1 Einheiten

In dieser Norm werden die Einheiten des Internationalen Systems (SI) verwendet. Die Definitionen der Strahlungsgrößen und der dosimetrischen Größen sind in IEV 393, IEV 394 und ICRU Report 51 zu finden. Zusätzlich sind die folgenden Einheiten gebräuchlich:

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

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

Dezimale Vielfache und Teile der SI-Einheiten werden dem SI entsprechend verwendet.

Die SI-Einheit der Äquivalentdosis ist das Sievert (Einheitenzeichen: Sv). $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$.

4.2 Liste der Formelzeichen

Tabelle 1 zeigt eine Liste der benutzten Formelzeichen (und Abkürzungen).

Tabelle 1 – Formelzeichen (und Abkürzungen)

Symbol	Bedeutung	Einheit
α	Strahleneinfallswinkel	Grad
$\alpha_{\max}$	Maximalwert von α innerhalb des Nenn-Gebrauchsbereichs	Grad
D	Abweichung	Sv
d	Tiefe in Weichteilgewebe. Empfohlene Tiefen sind 10 mm und 0,07 mm	m
D_p	Abweichung durch die Einflussgröße Nr. p vom Typ S	Sv
$\bar{E}$	Mittlere Strahlungsenergie	eV
G	Angezeigter Wert der Dosis(leistung)	Sv (Sv h ⁻¹)
G_a	Angezeigter Wert der Dosis, bei der der Alarm ausgelöst wird	Sv

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Einheit
$\dot{G}_{\text{high}}$	Stabilisierter Anzeigewert der Dosisleistung nach einer Zunahme der Dosisleistung	Sv h ⁻¹
G_K	Angezeigter Wert der Dosis durch Einzelbestrahlung mit dem richtigen Dosiswert H_K	Sv
G_{K+L}	Angezeigter Wert der Dosis durch (gleichzeitige) kombinierte Bestrahlung mit dem Dosiswert $H_K + H_L$	Sv
G_L	Angezeigter Wert der Dosis durch Einzelbestrahlung mit dem Dosiswert H_L	Sv
$G_{\text{low},1}$	Anzeige des Dosimeters unter den gleichen Bedingungen wie für G_{nom} gegeben, aber bei niedriger Batteriespannung, zum Beispiel wenn das Dosimeter erstmals „Niedrige Batteriespannung“ anzeigt	Sv
Δg_{mix}	Relative Änderung der Anzeige, verursacht durch aufeinander folgende und gemischte (gleichzeitige) Bestrahlungen, siehe Abschnitt 8	–
G_{nom}	Anzeige des Dosimeters unter festgelegten Bedingungen beim Nominalwert der Batteriespannung	Sv
G_{nat}	Akkumulierte Dosis in der Umgebung	Sv
G_r	Angezeigter Wert der Dosis(leistung) unter festgelegten Bezugsbedingungen	Sv (Sv h ⁻¹)
$G_{r,0}$	Bezugswert der angezeigten Dosis(leistung) durch eine Bestrahlung mit $H_{r,0}$	Sv (Sv h ⁻¹)
H	Richtiger Wert der Dosis(leistung)	Sv (Sv h ⁻¹)
H_0	Untere Grenze des Messbereichs der Dosis(leistung)	Sv (Sv h ⁻¹)
H_a	Wert der Dosis, auf den der Alarm eingestellt ist	Sv (Sv h ⁻¹)
$H_{a,c}$	Richtiger Wert der Dosis, bei dem der Alarm ausgelöst wird	Sv
$\dot{H}_a$	Wert der Dosisleistung, auf den der Alarm eingestellt ist	Sv h ⁻¹
$H_p(0,07)$	Oberflächen-Personendosis in der Tiefe 0,07 mm	Sv
$H_p(10)$	Tiefen-Personendosis in der Tiefe 10 mm	Sv
$\dot{H}_p(0,07)$	Oberflächen-Personendosisleistung in der Tiefe 0,07 mm	Sv h ⁻¹
$\dot{H}_p(10)$	Tiefen-Personendosisleistung in der Tiefe 10 mm	Sv h ⁻¹
$H_p(d)$	Äquivalentdosis in Weichteilgewebe an einer festgelegten Stelle im menschlichen Körper in der Tiefe d	Sv
H_r	Richtiger Wert der Dosis(leistung) unter festgelegten Bezugsbedingungen	Sv (Sv h ⁻¹)
$H_{r,0}$	Bezugswert der Dosis(leistung) für die Messgröße	Sv (Sv h ⁻¹)
$H_{\text{true,nat}}$	Erwartungswert der Personendosis durch natürliche Umgebungsstrahlung	Sv
$\dot{H}_{\text{true,nat}}$	Bekannte Personendosisleistung durch natürliche Umgebungsstrahlung	Sv h ⁻¹
$I_{\text{low},1}$	Versorgungsstrom des Dosimeters bei der Anzeige $M_{\text{low},1}$	A
$I_{\text{low},2}$	Versorgungsstrom des Dosimeters bei ertönendem Alarm und angezeigtem sichtbarem Alarm, nachdem die Alarmschwelle auf ihren niedrigsten Bereich eingestellt ist	A
K	Symbol für Bestrahlungsbedingung K, zum Beispiel 3 mSv und N-80	–
k	Überdeckungsfaktor (siehe GUM)	–
L	Symbol für Bestrahlungsbedingung L, zum Beispiel 4 mSv und S-Co	–
l	Anzahl der Einflussgrößen vom Typ S	–

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Einheit
M	Messwert der Dosis(leistung)	Sv (Sv h ⁻¹)
m	Anzahl der Einflussgrößen vom Typ F	—
N	Kalibrierfaktor	—
n	Anzahl der Anzeigewerte für einen Dosiswert bei der Prüfung von Linearität und Variationskoeffizient	—
N_0	Bezugs-Kalibrierfaktor	—
Q_{nom}	Nominelle Kapazität der Batterien	A h
R	Ansprechvermögen	—
r	Relatives Ansprechvermögen	—
R_0	Bezugswert des Ansprechvermögens	—
r_n	Korrektion für Nichtlinearität des Ansprechvermögens	—
r_q	Relatives Ansprechvermögen durch die Einflussgröße Nr. q des Typs F	—
S_K	Symbol für die Bestrahlungsqualität K, zum Beispiel N-80	—
S_L	Symbol für die Bestrahlungsqualität L, zum Beispiel S-Co	—
t_{env}	Messzeit in der Umgebung	h
t_{max}	Maximal mögliche Messzeit	h
t_{min}	Geforderte Mindestzeit für ununterbrochenes Arbeiten des Dosimeters, 100 h bei Batterien und 24 h bei Akkumulatoren	h
U	Erweiterte Messunsicherheit	wie die Größe
u_c	Zusammengesetzte Standard-Messunsicherheit	wie die Größe
u_i	Standard-Messunsicherheit durch die Komponente Nr. i	wie die Größe
$U_{\text{low},1}$	Batteriespannung unter den Bedingungen, die für die Bestimmung von $G_{\text{low},1}$ gelten	V
$U_{\text{low},2}$	Batteriespannung unter den gleichen Bedingungen wie für G_{nom} gegeben, aber bei so weit erniedrigter Batteriespannung, bis die Anzeige des Dosimeters 0,9 G_{nom} beträgt	V
U_{nom}	Nominalwert der Batteriespannung	V
U_{rel}	Relative erweiterte Messunsicherheit	—
v	Variationskoeffizient	—
v_{max}	Maximal zulässiger Variationskoeffizient bei dem Dosisleistungswert, auf den der Alarm gesetzt ist	—
w	Anzahl der Dosiswerte bei der Prüfung von Linearität und Variationskoeffizient	—

5 Mechanische Merkmale

5.1 Größe

Die Abmessungen dürfen 15 cm Länge, 3 cm Tiefe und 8 cm Breite nicht überschreiten, wobei Klammern oder Tragevorrichtungen außer Betracht zu lassen sind. Zusätzlich darf das Volumen ohne Berücksichtigung von Klammern oder Befestigungsmechanismen 300 cm³ für Personendosimeter für gemischte Neutronen/-Photonen-Felder nicht überschreiten und 250 cm³ für alle anderen Dosimeter.

5.2 Masse

Die Masse darf 350 g für Personendosimeter für gemischte Neutronen/Photonen-Felder, 300 g für Personendosimeter für Neutronen-Felder und 200 g für alle anderen Personendosimeter nicht überschreiten.

5.3 Gehäuse

Das Gehäuse muss glatt, starr, widerstandsfähig gegen mechanischen Schock und staub- und spritzwasserdicht sein. Es müssen Vorrichtungen zu Befestigung des Dosimeters an der Kleidung vorgesehen sein, zum Beispiel eine starke Klammer, ein Ring oder eine Schlaufe. Es muss sorgfältig auf die erforderliche Ausrichtung des Dosimeters und der Alarmanzeige geachtet werden.

5.4 Schalter

Falls externe Schalter vorhanden sind, sind diese geeignet gegen zufällige oder nichtautorisierte Betätigung zu schützen. Die Bedienung derartiger Schalter darf die Funktion des Dosimeters zur Integration der Dosis nicht behindern. Schalter müssen durch eine Kunststofftasche hindurch und mit Handschuhen bedienbar sein.

6 Allgemeine Merkmale

6.1 Klassifizierung von Personendosimetern

- Klasse 1: Personendosimeter, die die gespeicherte Dosisinformation unter allen normalen Umständen behalten.
- Klasse 2: Personendosimeter, die die gespeicherte Dosisinformation verlieren dürfen, wenn die Hauptspannungsversorgung ausfällt.

ANMERKUNG Personendosimeter werden für spezielle Anwendungen entwickelt (siehe Tabelle C.1). Deshalb wird von den Herstellern die Angabe der Strahlungsart, des Messbereichs, des Energiebereichs und der Bereiche für alle anderen Einflussgrößen gefordert, für die ihre Dosimeter entwickelt wurden (siehe 14.2). Der Käufer kann Bezug auf die Tabelle C.1 nehmen, um zu bestimmen, welche Verwendungsklasse für seine Anforderung zutrifft.

6.2 Anzeige

Jede Dosis-Anzeige des Personendosimeters muss digital erfolgen und muss in Einheiten der Äquivalentdosis, nämlich Sievert oder seiner Vielfachen, erfolgen. Die Anzeige muss klar erkennbar und vom Benutzer einfach zu lesen sein. In der Anzeige muss die Einheit der Messgröße deutlich erkennbar sein.

6.3 Markierungen auf dem Dosimeter

Der Bezugspunkt für Kalibrier- und Prüfzwecke muss auf der Außenseite des Dosimeters markiert sein. Die Bezugsrichtung relativ zum Benutzer muss ebenfalls auf dem Dosimeter angegeben sein.

6.4 Ablagerung radioaktiver Kontamination

Das Dosimeter muss so aufgebaut sein, dass die Ablagerung radioaktiver Kontamination minimiert wird und Letztere leicht entfernt werden kann. Das Dosimeter darf mit einer zusätzlichen Schutzhülle versehen werden, in diesem Fall muss das Dosimeter auch mit Schutzhülle die Anforderungen dieser Norm erfüllen.

6.5 Messbereiche für Personendosis und Personendosisleistung

Die zu messenden Personendosen liegen in dem Bereich von $1 \mu\text{Sv}$ bis 10 Sv . Für die meisten Anwendungen liegen die Personendosisleistungen in dem Bereich von $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$ bis 1 Sv h^{-1} .

6.6 Messbereich

Der Messbereich für Personendosimeter muss für die Messgröße $H_p(10)$ mindestens den Bereich von $100\mu\text{Sv}$ bis 1Sv überdecken und für die Messgröße $H_p(0,07)$ mindestens den Bereich von 1mSv bis 10Sv . Er muss von der ersten von Null verschiedenen Anzeige in der zweitniedrigsten Stelle beginnen und bis zur maximalen Anzeige reichen.

Falls mehr als ein Detektor für die Messungen im gesamten Bereich verwendet wird, so müssen die Messergebnisse automatisch berechnet und angezeigt werden. Falls das Dosimeter über Messbereichsumschaltungen verfügt, so müssen diese automatisch erfolgen.

ANMERKUNG Zum Beispiel muss für eine Anzeige mit dem Maximalwert 9999,9 der Messbereich im untersten Bereich bei 1,0 beginnen und im obersten Bereich bis 9999,9 reichen.

6.7 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Nenngebrauchsbereich jeder Einflussgröße muss vom Hersteller in den Unterlagen angegeben werden, er muss mindestens die in den Tabellen 4 bis 9 in der dritten Spalte angegebenen Mindest-Nenngebrauchsbereiche überdecken. Vorschläge für Erweiterungen sind in Tabelle C.1 angegeben. Alle Anforderungen dieser Norm müssen innerhalb des gesamten Nenngebrauchsbereichs eingehalten werden.

6.8 Verwendung von mehr als einem Dosimeter

Falls es beabsichtigt ist, Dosimeter in Strahlungsfeldern zu benutzen, für die sie nicht spezifiziert sind, zum Beispiel ein Neutronen- und ein Photonendosimeter zusammen in einem gemischten Neutronen/Photonenfeld, so muss die Wirkung der nicht bestimmungsgemäßen Strahlungsart als Einflussgröße berücksichtigt werden. Für das erwähnte Beispiel ergibt sich daraus, dass die Photonenstrahlung eine Einflussgröße für das nur zur Messung von Neutronen entwickelte und spezifizierte Dosimeter ist und entsprechend umgekehrt. Für jedes Dosimeter, das für die Messung einer spezifischen Strahlung entwickelt wurde, muss der Hersteller die Abweichung des Dosimeters bei Bestrahlung mit anderer Strahlungsart angeben. Aus diesen Angaben kann der Benutzer im Fall der Verwendung von mehr als einem Dosimeter die Gesamt-Dosis und die zugehörigen Unsicherheiten abschätzen.

ANMERKUNG Im Fall von Neutronenstrahlung kommt sekundäre Photonenstrahlung durch Reaktionen von Neutronen mit Materie immer vor.

6.9 Anzeige durch Geräteartefakte und natürliche Umgebungsstrahlung

Für ein Personendosimeter zur Messung von $H_p(10)$ durch Röntgen- und Gammastrahlung muss die Anzeige durch Geräteartefakt und natürliche Umgebungsstrahlung für eine Integrationszeit entsprechend der maximal möglichen Messzeit t_{max} vom Hersteller angegeben werden, zur Prüfung siehe 9.3.5.

ANMERKUNG Dieser Wert ist erforderlich, wenn Messwerte verglichen werden, die bei Benutzung von verschiedenen Dosimetern über mehrere Tage, zum Beispiel einen Monat, akkumuliert wurden.

6.10 Dosis- oder Dosisleistungs-Warnschwellen

6.10.1 Allgemeines

Die Warnschwellen von Personendosimetern dürfen nicht durch von außen zugängliche Schalter auf dem Personendosimeter veränderbar sein. Die Warnschwellen müssen entweder mittels des zugehörigen Auslesegerätes eingestellt werden oder es muss möglich sein, die unbefugte Veränderung der Warnschwellen durch elektronische oder mechanische Zugangsbegrenzung zu verhindern.

6.10.2 Äquivalentdosis-Warnschwellen

Es muss möglich sein, diese Warnschwelle mindestens auf einen Wert in jeder Größenordnung des Messbereichs einzustellen (zum Beispiel auf $30\mu\text{Sv}$, $0,3\text{mSv}$, 3mSv und 30mSv).

6.10.3 Äquivalentdosisleistungs-Warnschwellen

Es muss möglich sein, diese Warnschwelle mindestens auf einen Wert in jeder Größenordnung des Messbereichs des Dosimeters einzustellen (zum Beispiel auf $30 \mu\text{Sv h}^{-1}$, $0,3 \text{ mSv h}^{-1}$, 3 mSv h^{-1} und 30 mSv h^{-1}).

6.10.4 Warnsignal Ausgang

a) Ort

Der hör- und/oder sichtbare Warnsignalgeber muss so angebracht sein, dass auch bei am Körper getragenen Dosimeter der hörbare Alarm vom Benutzer gehört und der sichtbare Alarm gesehen werden kann.

b) Hörbarer Alarm

Die Frequenz muss in dem Bereich von 1 kHz bis 5 kHz liegen. Bei einem intermittierenden Warnsignal darf das Intervall 2 s nicht überschreiten. Der A-bewertete Schallpegel (Impuls-Pegel bei intermittierendem Warnsignal) in 30 cm Abstand vom Warnsignalgeber muss 80 dBA überschreiten und darf 100 dBA nicht überschreiten. Für Umgebungen mit hohem Lärmpegel muss entweder ein optischer Signalgeber vorhanden sein oder es muss die Möglichkeit bestehen, einen Kopfhörer zu benutzen.

6.11 Anzeige von Fehlfunktionen

Betriebsbedingungen, unter denen die Dosisakkumulation (innerhalb der Anforderungen dieser Norm) nicht zuverlässig ist, zum Beispiel bei zu niedriger Betriebsspannung, Detektorausfall, Elektronikfehler oder bei Benutzung in Feldern mit hoher Dosisleistung, müssen angezeigt werden.

7 Allgemeine Prüfverfahren

7.1 Art der Prüfungen

Sofern in den einzelnen Abschnitten nichts anderes angegeben ist, sind alle in der vorliegenden Norm aufgezählten Prüfungen als Bauartprüfungen anzusehen. Bestimmte Prüfungen können nach Vereinbarung zwischen dem Käufer und dem Hersteller oder Lieferanten als Abnahmeprüfungen betrachtet werden.

7.2 Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen

Die Bezugsbedingungen sind in der zweiten Spalte von Tabelle 3 angegeben. Sofern nicht anders vorgeschrieben, sind die Prüfungen gemäß dieser Norm unter den in der dritten Spalte von Tabelle 3 genannten Prüfbedingungen durchzuführen. Bei den Prüfungen, die unter Prüfbedingungen durchgeführt werden, sind die Werte für Temperatur, Druck und relative Luftfeuchte zum Zeitpunkt der Prüfung anzugeben und die entsprechenden Korrekturen vorzunehmen, um das Ansprechvermögen unter Bezugsbedingungen zu erhalten. Die Werte für jede Korrektur sind anzugeben.

Bei den Prüfungen, die zur Feststellung der Auswirkungen von Veränderungen der in Tabelle 3 angegebenen Einflussgrößen bestimmt sind, müssen alle anderen Einflussgrößen innerhalb der Grenzen der Prüfbedingungen nach Tabelle 3 gehalten werden, sofern in dem betreffenden Prüfverfahren nichts anderes vorgeschrieben ist.

7.3 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ F

Diese Prüfungen können bei jedem Wert der Messgröße oberhalb von $10 H_0$ durchgeführt werden. Aus dem Ergebnis jeder Prüfung kann die zugehörige Variation des relativen Ansprechvermögens r bestimmt werden.

Es wird akzeptiert, dass ein kleiner Teil der Auswirkungen von Einflussgrößen vom Typ F als Auswirkungen angesehen werden können, die von Einflussgrößen vom Typ S erzeugt werden. Wenn diese Auswirkungen klein sind, werden sie in Bezug auf diese Norm vernachlässigt. Falls während der Prüfung größere Auswirkungen vom Typ S beobachtet werden, dann müssen die entsprechenden Prüfungen bei einem Dosiswert von $10 H_0$ durchgeführt werden und dieser Befund muss im Prüfbericht mitgeteilt werden.

7.4 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ S

Diese Prüfungen müssen bei einem richtigen Wert der Dosis H kleiner als das 10-fache der unteren Messbereichsgrenze H_0 durchgeführt werden. Das Ergebnis jeder Prüfung ist eine Abweichung D_p .

Es wird akzeptiert, dass ein kleiner Teil der Auswirkungen von Einflussgrößen vom Typ S als Auswirkungen angesehen werden können, die von Einflussgrößen vom Typ F erzeugt werden. Wenn diese Auswirkungen klein sind, werden sie in Bezug auf diese Norm vernachlässigt. Falls während der Prüfung größere Auswirkungen vom Typ F oder signifikante negative Werte beobachtet werden, dann müssen die entsprechenden Prüfungen bei einem Dosiswert von $10 H_0$ durchgeführt werden und dieser Befund muss im Prüfbericht mitgeteilt werden.

ANMERKUNG Wegen der im Allgemeinen niedrigeren Anzeige im Vergleich zu Prüfungen nach 7.3 kann sich die Anzahl der erforderlichen Messungen erhöhen.

7.5 Wahl des Phantoms bei der Prüfung

Bei allen Prüfungen, die die Anwendung eines Phantoms erfordern, ist eines der drei Phantome nach ISO 4037-3 zu verwenden:

- a) das ISO-Wasser-Quaderphantom;
- b) das ISO-Wasser-Armphantom; oder
- c) das ISO-PMMA-Stabphantom.

Die Wahl hängt von der beabsichtigten Anwendung des Dosimeters ab und muss vom Hersteller festgelegt werden. Die erforderliche Bestrahlungs-Geometrie ist in den jeweiligen ISO-Normen festgelegt (ISO 4037-3, ISO 6980 oder ISO 5829-3).

ANMERKUNG Die Kombination aus Dosimeter, Phantom und zusätzlichen Teilen, zum Beispiel einem Clip, wird „Detektor-Anordnung“ (en: detector assembly) genannt. Grundsätzlich gelten alle Werte des Ansprechvermögens entsprechend dieser Norm für diese Detektor-Anordnung und müssten konsequenter Weise als „Detektor-Anordnungs-Ansprechvermögen“ (en: detector assembly response) bezeichnet werden. Es ist aber üblich, hierfür die Bezeichnung „Dosimeter-Ansprechvermögen“ zu verwenden. Dies wird auch in dieser Norm befolgt.

7.6 Position der Detektor-Anordnung für Prüfzwecke

Bei allen Prüfungen, die die Anwendung von Strahlung erfordern, muss der Bezugspunkt der Detektor-Anordnung an den Prüfort gebracht werden und die Orientierung der Detektor-Anordnung bezüglich der Richtung der Strahlung muss der Vorzugsrichtung entsprechen, außer bei Prüfungen hinsichtlich der Variation des Strahleneinfallswinkels.

7.7 Position des Dosimeters beim Gebrauch

Erlaubt die Gestaltung des Dosimeters, dass der Benutzer das Dosimeter in zwei Orientierungen tragen kann, eine, bei der die Vorzugsrichtung zum Körper des Benutzers zeigt, und eine, bei der die Vorzugsrichtung vom Körper weg zeigt – zum Beispiel bei einem kreditkatengroßen Dosimeter –, dann muss das Dosimeter die Anforderungen dieser Norm für beide Orientierungen erfüllen oder es muss deutlich angegeben werden, dass ein Tragen in falscher Orientierung fehlerhafte Ergebnisse verursachen kann.

7.8 Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Mindest-Nenngebrauchsbereich für jede angegebene Einflussgröße ist in der dritten Spalte der Tabellen 4 bis 9 angegeben.

7.9 Niedrige Äquivalentdosisleistungen

Bei der Messung niedriger Äquivalentdosisleistungen von Photonen- und Betastrahlung muss der Beitrag der natürlichen Umgebungsstrahlung zu der Äquivalentdosisleistung am Prüfort berücksichtigt werden. Die Anzeige durch natürliche Umgebungsstrahlung muss von der Anzeige während einer Bestrahlung subtrahiert werden.

7.10 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 sicherzustellen, 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 sicherzustellen, dass die Messwerte statistisch unabhängig sind.

Die Anzahl der Ablesungen, die erforderlich ist, um den richtigen Wert des Unterschiedes zwischen zwei Sätzen schwankender Ablesungen auf demselben Äquivalentdosis-Messgerät unter unveränderten Bedingungen festzustellen, ist in Tabelle A.1 angegeben.

7.11 Erzeugung der Referenzstrahlungsfelder

Sofern bei den einzelnen Prüfverfahren nicht anders vorgeschrieben, müssen alle Prüfungen mit Röntgen-, Gamma-, Neutronen- oder Betastrahlung mit der zutreffend festgelegten Strahlungsqualität durchgeführt werden (siehe Tabelle 3). Art, Aufbau und Einsatzbedingungen der Strahlungsquellen müssen mit den folgenden Empfehlungen übereinstimmen:

- a) ISO 4037-1 / ISO 4037-2 / ISO 4037-3 / ISO 4037-4;
- b) ISO 6980;
- c) ISO 8529-1 / ISO 8529-2 / ISO 8529-3.

8 Additivität der Anzeige

8.1 Anforderungen

Die Anzeige muss additiv sein im Hinblick auf gleichzeitige Bestrahlung mit verschiedenen Strahlungsarten (zum Beispiel Röntgen- und Gammastrahlung oder Gamma- und Betastrahlung) und auf verschiedene Strahlungsenergien und Strahleneinfallswinkel.

Falls das Dosimeter nur ein Signal (gemessen mit einem Detektor) benutzt, um die Anzeige zu bestimmen, dann ist diese Anforderung erfüllt.

Falls ein Dosimeter mehr als ein Signal verwendet (gemessen entweder mit mehreren Detektoren oder mit einem Detektor und Anwendung von zum Beispiel Impulshöhenanalyse), um die Anzeige zu bestimmen, dann ist diese Anforderung nicht automatisch erfüllt. In diesem Fall muss sichergestellt sein, dass die relative Änderung der Anzeige aufgrund der Mischung der Strahlungsarten, $\Delta_{g_{mix}}$, den Wert $\pm 0,1$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG Falls der benutzte Auswerte-Algorithmus entweder eine Linearkombination der Signale oder eine lineare Optimierung von ihnen ist, dann ist diese Anforderung erfüllt und es sind keine Prüfungen erforderlich.

8.2 Prüfverfahren

Es werden zwei Bestrahlungen bei zwei verschiedenen Bestrahlungsbedingungen K und L (verschiedene Energien, verschiedene Strahleneinfallswinkel oder sogar verschiedenen Strahlungsarten) mit den richtigen Dosiswerten H_K und H_L durchgeführt und die Anzeigen G_K und G_L für die zwei Bestrahlungen bestimmt. Dann wird eine dritte gleichzeitige Bestrahlung mit den zwei Bestrahlungsbedingungen K und L durchgeführt, dabei ist der richtige Dosiswert $H_{K+L} = H_K + H_L$, und es wird die Anzeige G_{K+L} für diese gleichzeitige gemischte Bestrahlung bestimmt.

Die relative Änderung der Anzeige ergibt sich zu:

$$\Delta g_{\text{mix}} = \frac{G_K + G_L - G_{K+L}}{G_{K+L}}$$

Δg_{mix} muss für jeden Wert von H_K und H_L und für jede gleichzeitige Kombination der Strahlungsfelder bestimmt werden. Da gleichzeitige Bestrahlungen schwer durchzuführen sind, ist die Verwendung von Rechenverfahren als Ersatz für die gleichzeitigen Bestrahlungen zulässig und wird empfohlen. Eine Voraussetzung für die Anwendung von Rechenverfahren ist die Kenntnis der für alle Bestrahlungsbedingungen K und L gemessenen Ansprechvermögen für jedes Signal und des Auswerteverfahrens zur Bestimmung der Anzeige aus diesen Signalen. Die Berechnung des Ansprechvermögens für das gesamte Dosimeter mit Hilfe von Strahlungstransportrechnungen zur Bestimmung der Ansprechvermögen jedes Signals für alle Bestrahlungsbedingungen ist nicht zulässig.

ANMERKUNG 1 Die Nichtlinearität der Signale wird in 9.3 behandelt. Deshalb müssen, sofern keine Berechnungen durchgeführt werden, die Signale für diese Prüfung bezüglich Nichtlinearität korrigiert werden. Falls verschiedene Dosimeter zur Bestimmung von G_K , G_L und G_{K+L} verwendet werden, dann muss jeder Unterschied in den Bezugs-Kalibrierfaktoren korrigiert werden.

8.3 Bewertung der Ergebnisse

Die relative Änderung der Anzeige, Δg_{mix} , darf $\pm 0,1$ nicht überschreiten. In diesem Fall können die Anforderungen von 8.1 als erfüllt angesehen werden.

ANMERKUNG Für Neutronendosimeter kann diese Anforderung nicht immer erfüllt werden. In diesen Fällen ist eine spezielle Vereinbarung zwischen Lieferant und Kunde erforderlich zusammen mit einer Warnung in der Gebrauchsanweisung.

9 Anforderungen und Prüfungen bezüglich Strahlung

9.1 Allgemeines

Von allen in diesem Kapitel behandelten Einflussgrößen wird angenommen, dass sie vom Typ F sind. Eine mögliche Methode zur Bestimmung der Änderung des relativen Ansprechvermögens durch Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel wird im Anhang B beschrieben.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen für die Einflussgrößen *Strahlungsenergie* und *Strahleneinfallswinkel* werden mit Bezug auf das Bezugs-Ansprechvermögen R_0 unter Bezugsbedingungen (Bezugsstrahlungsqualität und 0° Strahleneinfallswinkel, Bezugsdosis und/oder Bezugsdosisleistung und alle anderen Bezugsbedingungen wie in Tabelle 3 angegeben) aufgestellt. Mögliche Bezugsstrahlungsqualitäten sind für Photonenstrahlung in Tabelle 1 von ISO 4037-1, für Betastrahlung in Tabelle 1 von ISO 6980-1 und für Neutronenstrahlung in Tabelle 1 von ISO 8529-1 angegeben. Die am häufigsten genutzten Bezugsstrahlungsqualitäten sind in Tabelle 3 angegeben, aber besonders für Neutronendosimeter kann es erforderlich sein, andere Strahlungen als Bezugsstrahlungsqualitäten zu wählen, um die Anforderungen für diese Einflussgrößen einzuhalten. Es kann sogar ein Energiewert als Bezugsbedingung gewählt werden, für den keine physikalische Strahlung vorhanden ist. In diesem Fall wird die (virtuelle) Bezugsstrahlungsqualität durch eine vorhandene Bezugsstrahlungsqualität und die Abweichung zu der (virtuellen) Bezugsstrahlungsqualität realisiert.

ANMERKUNG 2 Zur Begründung für die nicht-symmetrischen Grenzen für das relative Ansprechvermögen durch Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel siehe IEC/TR 62461.

9.2 Berücksichtigung der Unsicherheit des richtigen Wertes

Die erweiterte ($k = 2$) relative Messunsicherheit U_{rel} des richtigen Wertes der Äquivalentdosis oder Äquivalentdosisleistung muss kleiner als $10\% = 0,1$ sein und muss berücksichtigt werden. Jede Anforderung, die die Benutzung von Strahlung erfordert, wird angesehen als für $U_{\text{rel}} = 0$ angegeben. Für $U_{\text{rel}} > 0$ muss die zulässige Änderung des relativen Ansprechvermögens um U_{rel} vergrößert werden. Falls mehrere Prüfungen mit der gleichen Strahlungsqualität durchgeführt werden, zum Beispiel bei der Linearität des Ansprechvermögens, muss nur die Unsicherheit des Quotienten aktueller Wert zu Bezugswert der richtigen Dosis(leistung) berücksichtigt werden. Für den Fall anderer Anforderungen ist die Berücksichtigung bei dem jeweiligen Prüfverfahren angegeben.

9.3 Linearität des Dosis-Ansprechvermögens, Dosisleistungsabhängigkeit und statistische Schwankungen

9.3.1 Allgemeines

Die Prüfungen hinsichtlich Linearität (Konstanz des Dosis-Ansprechvermögens), Dosisleistungsabhängigkeit und statistische Schwankungen werden unter Verwendung der gleichen Messdaten durchgeführt.

Falls das Nachweisverfahren für Photonen-, Beta- oder Neutronenstrahlung oder für spezielle Energiebereiche dieser Strahlungen verschieden ist, muss diese Prüfung für alle Strahlungsarten getrennt durchgeführt werden.

Falls der Hersteller zeigen kann, dass die technische Auslegung des Dosimeters die Erfüllung der Anforderungen an die Linearität des Dosis-Ansprechvermögens für einen großen Bereich von Werten der Dosis sicherstellt, kann die Anzahl der Prüfungen reduziert werden. Dann sind nur Prüfungen mit verschiedenen Dosisleistungen erforderlich.

9.3.2 Anforderungen

- a) Die Änderung des relativen Ansprechvermögens durch die vorhandene Nichtlinearität des Dosis-Ansprechvermögens darf im gesamten Messbereich unter Prüfbedingungen und mit entsprechend den Herstelleranweisungen justierten Kalibriereinstellern für die gewählte Röntgen-, Gamma-, Neutronen- oder Beta-Bezugsstrahlungsqualität -17% bis $+25\%$ nicht überschreiten. Die Dosisleistung muss in dem gesamten Bereich der Dosisleistung variiert werden, der von Hersteller für Dosismessungen angegeben ist. Falls die von Hersteller angegebene maximale Dosisleistung kleiner als 1 Sv h^{-1} ist, so muss diese auf dem Dosimeter angegeben werden.
- b) Die statistischen Schwankungen der Anzeige, gemessen als Variationskoeffizient, müssen die Anforderungen in den Tabellen 4 bis 6 erfüllen.
- c) Für Photonendosimeter zur Messung von $H_p(10)$ durch Röntgen- und Gammastrahlung darf die Differenz zwischen der angezeigten Dosis für die Umgebungsstrahlung, G_{nat} , und dem richtigen Wert der Umgebungsstrahlung, $H_{\text{true,nat}}$, den Wert H_0 für die angegebene Messzeit t_{max} , nicht überschreiten.

9.3.3 Prüfverfahren unter Benutzung von Quellen

a) Prüfstrahlungen

Der richtige Wert der Personendosis(leistung) muss für diese Prüfung am Prüfort bekannt sein. Die Prüfungen müssen mit den in Tabelle 3 angegebenen Quellen geeigneter Aktivität durchgeführt werden, zum Beispiel für Photonenstrahlung mit einer ^{137}Cs -Quelle oder für Neutronenstrahlung mit einer $^{241}\text{Am-Be}$ -Quelle und für Betastrahlung mit einer $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -Quelle, dabei sind die Dosimeter auf dem erforderlichen Phantom in Vorzugsrichtung zu bestrahlen. Die Dosisleistung muss in dem gesamten Bereich der Dosisleistung variiert werden, der von Hersteller für Dosismessungen angegeben ist.

Falls diese Prüfung nicht auf dem erforderlichen Phantom durchgeführt werden kann, zum Beispiel weil die benötigte Dosisleistung nicht erzeugt werden kann, dann darf die Prüfung auch frei in Luft durchgeführt werden, sofern der Korrektionsfaktor für Bestrahlung frei in Luft statt auf dem erforderlichen Phantom angewendet wird. Dieser Korrektionsfaktor ist spezifisch für das zu prüfende Dosimeter und die jeweilige Strahlungsqualität und muss daher speziell bestimmt werden.

b) Durchzuführende Prüfungen

Die Prüfungen sind getrennt mit Photonen- (zum Beispiel ^{137}Cs -), Neutronen- (zum Beispiel ^{241}Am -Be-) und mit Beta-Strahlung (zum Beispiel $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$ -Strahlung) durchzuführen.

Das Ansprechvermögen ist an mindestens drei Punkten in jeder Größenordnung des Dosis-Messbereichs zu messen. Es werden Werte von etwa 20 %, 40 % und 80 % jeder vollen Größenordnung empfohlen. Für die verschiedenen Dosiswerte sind auch verschiedene Werte der Dosisleistung aus dem Nenngebrauchsbereich der Dosisleistung zu verwenden. Aus diesen Werten des Ansprechvermögens ist die Änderung des Ansprechvermögens durch inhärente Nichtlinearität des Ansprechvermögens zu bestimmen.

9.3.4 Bewertung der Ergebnisse

Die Mittelwerte und die Variationskoeffizienten der n Anzeigen sind für jeden der w Dosis(leistungs)werte zu bestimmen.

Aus den w Mittelwerten muss sich ergeben, dass die Änderung des relativen Ansprechvermögens auf Grund von Abweichungen von der Konstanz des Ansprechvermögens den Bereich von -17% bis $+25\%$ nicht überschreitet. Weiterhin muss sich aus den w Variationskoeffizienten und den in Tabelle 2 angegebenen Werten für c_1 und c_2 ergeben, dass

- für $w-2$ Dosis(leistungs)werte die Variationskoeffizienten kleiner sind als das c_1 -fache der in den Tabellen 4 bis 6 gegebenen Grenzen; und
- für die verbleibenden zwei Dosis(leistungs)werte – die nicht nebeneinander liegen dürfen – die Variationskoeffizienten kleiner sind als das c_2 -fache der in den Tabellen 4 bis 6 gegebenen Grenzen.

In diesem Fall können die Anforderungen a) und b) von 9.3.2 als erfüllt angesehen werden.

ANMERKUNG 1 Der Wert von c_1 ist immer kleiner als der von c_2 .

ANMERKUNG 2 Diese Methode stellt sicher, dass die Wahrscheinlichkeit, die Prüfung zu bestehen, unabhängig von der Anzahl w der Dosis(leistungs)werte ist, bei denen die Prüfung durchgeführt wird. Ohne Anwendung der Faktoren c_1 und c_2 nimmt die Wahrscheinlichkeit, die Prüfung zu bestehen, mit zunehmender Anzahl w der Dosis(leistungs)werte, bei denen die Prüfung durchgeführt wird, ab.

ANMERKUNG 3 Die Begründung für diese Prüfmethode ist in der Veröffentlichung von Brunzendorf und Behrens angegeben, siehe Literaturhinweise.

9.3.5 Prüfverfahren für Photonendosimeter unter Benutzung von natürlicher Umgebungsstrahlung

- a) Einfache Prüfung: Das Dosimeter wird auf einem geeigneten Phantom für mindestens eine Woche (t_{env}) in einer normalen Laborumgebung platziert, und als erste Näherung wird eine Untergrund-Dosisleistung von $H_{\text{true,nat}}$ von $2\mu\text{Sv d}^{-1}$ angenommen, sofern keine anderen Informationen verfügbar sind. Die in der Zeit t_{env} vom Instrument akkumulierte Dosis $H_{\text{i,nat}}$ wird bestimmt (siehe auch 6.9). Die zu erwartende Dosis wird aus der angenommenen Dosisleistung der natürlichen Umgebungsstrahlung zu $H_{\text{true,nat}} = 2\mu\text{Sv d}^{-1} \times t_{\text{env}}$ bestimmt.
- b) Verfeinerte Prüfung: Diese verfeinerte Prüfung ist nur erforderlich, wenn die einfache Prüfung keine Übereinstimmung mit den Anforderungen ergibt, siehe 9.3.6. Das Dosimeter wird auf einem geeigneten Phantom für mindestens eine Woche (t_{env}) in einer Umgebung platziert, in der die Untergrund-Dosisleistung $H_{\text{true,nat}}$ bekannt und „konstant“ ist. Dies muss ein Referenz-Strahlungsfeld sein, für das die Dosisleistung mit Standardmessgeräten gemessen wurde, die auf nationale Standards rückführbar sind. Die in der Zeit t_{env} vom Instrument akkumulierte Dosis G_{nat} wird bestimmt (siehe auch 6.9). Die zu erwartende Dosis wird aus der bekannten Dosisleistung für die natürliche Umgebungsstrahlung gemäß $H_{\text{true,nat}} = H_{\text{true,nat}} \times t_{\text{env}}$ berechnet.

9.3.6 Bewertung der Ergebnisse

Falls die Ungleichung

$$\frac{|G_{\text{nat}} - H_{\text{true, nat}}|}{t_{\text{env}}} \times t_{\text{max}} \leq H_0$$

gilt, können die Anforderungen von 9.3.2 c) als erfüllt angesehen werden.

ANMERKUNG Diese Ungleichung kann auch benutzt werden, um (neue) Werte für H_0 und t_{max} zu bestimmen.

9.4 Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung

9.4.1 Messgröße $H_p(0,07)$ oder $\dot{H}_p(0,07)$

9.4.1.1 Anforderungen

Das relative Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung muss im Nenngebrauchsbereich im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen (siehe Tabelle 4). Der Mindest-Nenngebrauchsbereich überdeckt Energien zwischen 30 keV und 250 keV und Strahleneinfallswinkel zwischen 0° und 60° . Für Energien unterhalb 50 keV ist eine Änderung innerhalb des Intervalls von 0,67 bis 2,0 zulässig.

Falls die Nachweismethoden für spezielle Dosis(leistungs)bereiche verschieden sind, muss diese Anforderung für alle diese Bereiche getrennt geprüft werden.

Alle angezeigten Dosiswerte müssen bezüglich Nichtlinearität und bezüglich der Auswirkung der Einflussgröße Dosisleistung bei Dosismessungen korrigiert werden.

9.4.1.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss das Dosimeter auf dem erforderlichen Phantom platziert werden (siehe 7.5). Die Photonenstrahlungsqualitäten nach ISO 4037-1/ISO 4037-2/ISO 4037-3/ISO 4037-4 sind zu verwenden.

Die Werte des Ansprechvermögens werden für Strahleneinfallswinkel von $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = \pm 45^\circ$ und $\alpha = \pm 60^\circ$ gemessen und, sofern der Nenngebrauchsbereich den Bereich von 0° bis $\pm 60^\circ$ überschreitet, für $\alpha = \pm \alpha_{\text{max}}$. Diese Messungen werden in zwei zueinander senkrechten Ebenen durchgeführt, die die Vorzugsrichtung durch den Bezugspunkt des Dosimeters beinhalten.

ANMERKUNG 1 Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 4037-1, ISO 4037-3 und ISO 4037-4 angegeben.

ANMERKUNG 2 Nach ISO 4037-1 und ISO 4037-3 können in 1 m Abstand vom Fokus der Röntgenröhre mit einem Röhrenstrom von 1 mA für die „narrow spectrum“-Serie typische $\dot{H}_p(0,07)$ -Dosisleistungen von 1 mSv h^{-1} bis 10 mSv h^{-1} erzeugt werden.

9.4.1.3 Bewertung der Ergebnisse

Alle relativen Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung müssen für Energien größer oder gleich 50 keV im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen und für Energien kleiner als 50 keV im Intervall von 0,67 bis 2,0. In diesem Fall können die Anforderungen von 9.4.1.1 als erfüllt angesehen werden.

9.4.2 Messgröße $H_p(10)$ oder $\dot{H}_p(10)$

9.4.2.1 Anforderungen

Das relative Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel der Photonenstrahlung muss im Nenngebrauchsbereich im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen (siehe Tabelle 5). Der Mindest-Nenngebrauchsbereich überdeckt Energien zwischen 80 keV und 1,5 MeV oder zwischen 20 keV und 150 keV und Strahleneinfallswinkel zwischen 0° und 60° .

Alle angezeigten Dosiswerte müssen bezüglich Nichtlinearität und, sofern erforderlich, bezüglich der Auswirkung der Einflussgröße Dosisleistung bei Dosismessungen korrigiert werden.

ANMERKUNG Die zwei Mindest-Nenngebrauchsbereiche spiegeln die zwei hauptsächlichen Arbeitsplatzbedingungen wider. Der Mindest-Nenngebrauchsbereich von 80 keV bis 1,5 MeV gilt für Arbeitsplätze, an denen mit Gammaquellen umgegangen wird, zum Beispiel in der Industrie, und der Mindest-Nenngebrauchsbereich von 20 keV bis 150 keV gilt für Arbeitsplätze, an denen mit Röntgenstrahlung umgegangen wird, zum Beispiel in der medizinischen Diagnostik. Beide Bereiche können erweitert werden, bis der Nenngebrauchsbereich im Extremfall den Bereich von 10 keV bis 10 MeV überdeckt.

9.4.2.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss das Dosimeter auf einem geeigneten Phantom platziert werden (siehe 7.5). Es sind die Photonenstrahlungsqualitäten nach ISO 4037-1/ISO 4037-2/ISO 4037-3/ISO 4037-4 zu verwenden. Die „narrow spectrum“-Serie wird empfohlen. Ihre mittleren Energie sind in Übereinstimmung mit Anhang B zu wählen.

Die Werte des Ansprechvermögens werden für Strahleneinfallswinkel von $\alpha=0^\circ$, $\alpha=\pm 45^\circ$ und $\alpha=\pm 60^\circ$ gemessen und, sofern der Nenngebrauchsbereich den Bereich von 0° bis $\pm 60^\circ$ überschreitet, für $\alpha=\pm \alpha_{\max}$. Diese Messungen werden in zwei zueinander senkrechten Ebenen durchgeführt, die die Vorzugsrichtung durch den Bezugspunkt des Dosimeters beinhalten.

ANMERKUNG 1 Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 4037-1, ISO 4037-3 und ISO 4037-4 angegeben.

ANMERKUNG 2 Gemäß ISO 4037-1 und ISO 4037-3 können in 2,5 m Abstand vom Fokus der Röntgenröhre mit einem Röhrenstrom von 1 mA für die „narrow spectrum“-Serie typische $\dot{H}_p(10)$ -Dosisleistungen von $0,1 \text{ mSv h}^{-1}$ bis 1 mSv h^{-1} erzeugt werden.

9.4.2.3 Bewertung der Ergebnisse

Alle relativen Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel der Photonenstrahlung müssen im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen. In diesem Fall können die Anforderungen von 9.4.2.1 als erfüllt angesehen werden.

9.5 Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Neutronenstrahlung

9.5.1 Messgröße $H_p(10)$ oder $\dot{H}_p(10)$

9.5.1.1 Anforderungen

Das relative Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel der Neutronenstrahlung muss im Energiebereich zwischen der minimalen Energie des Nenngebrauchsbereichs und 100 keV innerhalb des Intervalls von 0,65 bis 4,0 liegen, muss im Energiebereich zwischen 100 keV und 10 MeV innerhalb des Intervalls von 0,65 bis 2,22 liegen und im Energiebereich zwischen 10 MeV und der maximalen Energie des Nenngebrauchsbereichs innerhalb des Intervalls von 0,65 bis 4,0 liegen (siehe Tabelle 6). Der Mindest-

E DIN IEC 61526 (VDE 0492-1):2009-03

Nenngebrauchsbereich überdeckt Energien zwischen 0,025 eV und 5 MeV und Strahleneinfallswinkel zwischen 0° und 60° (siehe Tabelle 6).

Falls die Nachweismethoden für spezielle Dosis(leistungs)bereiche verschieden sind, muss diese Anforderung für alle diese Bereiche getrennt geprüft werden.

Alle angezeigten Dosiswerte müssen bezüglich Nichtlinearität und, sofern erforderlich, bezüglich der Auswirkung der Einflussgröße Dosisleistung bei Dosismessungen korrigiert werden.

9.5.1.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss das Dosimeter auf einem geeigneten Phantom platziert werden (siehe 7.5). Es sind die Neutronenstrahlungsqualitäten nach ISO 8529-1/ISO 8529-2/ISO 8529-3 und ISO 12789-1/ISO 12789-2 zu verwenden.

Für den Bereich von der minimalen Energie des Nenngebrauchsbereichs bis 100 keV muss mindestens ein überwiegend thermisches Feld mit einem Beitrag thermischer Neutronen zur Tiefen-Personendosis größer als 50 % und ein nahezu monoenergetisches Feld zwischen 10 keV und 100 keV verwendet werden. Für den Bereich von 100 keV bis 1 MeV müssen mindestens 3 monoenergetische Neutronenfelder verwendet werden. Für den Bereich von 1 MeV bis 10 MeV müssen mindestens 3 monoenergetische Neutronenfelder oder 2 monoenergetische Neutronenfelder und eine breite Quelle (^{252}Cf oder $^{241}\text{Am-Be}$) verwendet werden. Für den Bereich von 10 MeV bis 15 MeV muss mindestens das monoenergetische 14,8-MeV-Neutronenfeld verwendet werden. Falls der Nenngebrauchsbereich über 15 MeV ausgedehnt wird, sind zusätzliche geeignete Energien zu verwenden.

Falls die obigen Anforderungen nicht erfüllt werden können, sind die folgenden Erleichterungen zulässig:

- a) falls das Ansprechvermögen für das überwiegend thermische Feld außerhalb der in 9.5.1.1 gegebenen Grenzen ist, dann kann stattdessen ein simuliertes Arbeitsplatzfeld mit einem Beitrag thermischer Neutronen zur Tiefen-Personendosis größer als 10 % verwendet werden;
- b) falls das Ansprechvermögen für das monoenergetische Neutronenfeld in dem Energiebereich von 10 keV bis 100 keV außerhalb der in 9.5.1.1 gegebenen Grenzen ist, dann kann stattdessen ein simuliertes Arbeitsplatzfeld mit einem Beitrag intermediärer Neutronen (0,4 eV bis 100 keV) zur Tiefen-Personendosis größer als 10 % verwendet werden;
- c) falls das Ansprechvermögen für bis zu zwei monoenergetische Neutronenfelder in dem Energiebereich von 100 keV bis 10 MeV außerhalb der in 9.5.1.1 gegebenen Grenzen ist, dürfen stattdessen simulierte Arbeitsplatzfelder oder breite Quellen verwendet werden. Der Quotient der mittleren Energien (mit der Äquivalentdosis gewichtet) des monoenergetischen Neutronenfeldes und des Ersatz-Neutronenfeldes muss innerhalb des Intervalls von 1/1,5 bis 1,5 liegen.

Zusätzlich wird empfohlen, das Ansprechvermögen für genormte simulierte Arbeitsplatzfelder anzugeben. In Absprache zwischen dem Hersteller und dem Kunden müssen simulierte Arbeitsplatzfelder gewählt werden, die in Übereinstimmung mit den Feldern an den Arbeitsplätzen sind, an denen das Gerät eingesetzt werden soll.

Die Werte des Ansprechvermögens werden für Strahleneinfallswinkel von $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = \pm 45^\circ$ und $\alpha = \pm 60^\circ$ gemessen und, sofern der Nenngebrauchsbereich den Bereich von 0° bis $\pm 60^\circ$ überschreitet, für $\alpha = \pm \alpha_{\text{max}}$. Diese Messungen werden in zwei zueinander senkrechten Ebenen durchgeführt, die die Vorzugsrichtung durch den Bezugspunkt des Dosimeters beinhalten.

ANMERKUNG Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 8529-1, ISO 8529-2 und ISO 8529-3 angegeben. Bezüglich simulierter Neutronen-Arbeitsplatzfelder siehe ISO 12789-1 und ISO 12789-2.

9.5.1.3 Bewertung der Ergebnisse

Alle relativen Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Neutronenstrahlung müssen im Energiebereich zwischen der minimalen Energie des Nenngebrauchsbereichs und 100 keV innerhalb des Intervalls von 0,65 bis 4,0 liegen, müssen im Energiebereich zwischen 100 keV und 10 MeV innerhalb des

Intervalls von 0,65 bis 2,22 liegen und im Energiebereich zwischen 10 MeV und der maximalen Energie des Nenngebrauchsbereichs innerhalb des Intervalls von 0,65 bis 4,0 liegen. Sofern eine oder mehrere Erleichterungen für die Prüfungen genutzt wurden, muss der Hersteller die Eigenschaften des simulierten Neutronenfeldes oder der breiten Quelle genau spezifizieren und das Ansprechvermögen für die ersetzten monoenergetischen Felder angeben. In diesem Fall können die Anforderungen von 9.5.1.1 als erfüllt angesehen werden.

9.6 Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung

9.6.1 Messgröße $H_p(0,07)$ oder $\dot{H}_p(0,07)$

9.6.1.1 Anforderungen

Das relative Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung muss im Nenngebrauchsbereich im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen (siehe Tabelle 4). Der Mindest-Nenngebrauchsbereich überdeckt Energien zwischen 0,2 MeV und 0,8 MeV und Strahleneinfallswinkel zwischen 0° und 60° . Falls der Nenngebrauchsbereich 0,06 MeV nicht überdeckt, dann muss der Hersteller zusätzlich die maximale Abweichung des relativen Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung für 0,06 MeV angeben (siehe Tabelle 4).

Falls die Nachweismethoden für spezielle Dosis(leistungs)bereiche verschieden sind, muss diese Anforderung für alle diese Bereiche getrennt geprüft werden.

Alle angezeigten Dosiswerte müssen bezüglich Nichtlinearität und bezüglich der Auswirkung der Einflussgröße Dosisleistung bei Dosismessungen korrigiert werden.

9.6.1.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss das Dosimeter auf einem geeigneten Phantom platziert werden (siehe 7.5). Es sind die folgenden Prüfstrahlungsqualitäten, die aus der Liste der in ISO 6980 angegebenen Beta-Prüfstrahlungen ausgewählt wurden, zu verwenden.

^{147}Pm	($\bar{E} \approx 0,06 \text{ MeV}$);
^{204}Tl oder ^{85}Kr	($\bar{E} \approx 0,24 \text{ MeV}$);
$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$	($\bar{E} \approx 0,8 \text{ MeV}$).

Die Werte des Ansprechvermögens werden für Strahleneinfallswinkel von $\alpha = 0^\circ$, $\alpha = \pm 45^\circ$ und $\alpha = \pm 60^\circ$ gemessen und, sofern der Nenngebrauchsbereich den Bereich von 0° bis $\pm 60^\circ$ überschreitet, für $\alpha = \pm \alpha_{\text{max}}$. Diese Messungen werden in zwei zueinander senkrechten Ebenen durchgeführt, die die Vorzugsrichtung durch den Bezugspunkt des Dosimeters beinhalten.

ANMERKUNG Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 6980-1 und ISO 6980-3 angegeben.

9.6.1.3 Bewertung der Ergebnisse

Alle relativen Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung müssen im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen. In diesem Fall können die Anforderungen von 9.6.1.1 als erfüllt angesehen werden.

9.6.2 Messgröße $H_p(10)$ oder $\dot{H}_p(10)$

9.6.2.1 Anforderungen

Das Dosimeter soll für Betastrahlung so unempfindlich wie möglich sein, da die effektive Dosis, für die $H_p(10)$ ein konservativer Schätzwert ist, keine geeignete Messgröße für Betastrahlung ist.

9.7.2.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss das Dosimeter auf einem geeigneten Phantom platziert werden (siehe 7.5). Bei 0° Strahleneinfallswinkel wird das Dosimeter mit der folgenden Beta-Prüfstrahlungsqualität exponiert, die in ISO 6980 angegeben ist.

$$^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y} \quad (\bar{E} \approx 0,8 \text{ MeV})$$

Der Wert der $H_p(10)$ -Anzeige muss kleiner sein als 10 % des erhaltenen Dosiswertes $H_p(0,07)$.

ANMERKUNG Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in der ISO 6980-Serie angegeben.

9.7 Speicherung der Äquivalentdosis-Anzeige

9.7.1 Allgemeines

Diese Anforderungen müssen getrennt sowohl für $H_p(10)$ und als auch für $H_p(0,07)$ geprüft werden.

9.7.2 Anforderungen

- a) Für Dosimeter der Klassen 1 und 2: Am Ende jeder Bestrahlungszeit darf sich die Anzeige des Dosimeters und, sofern mitgeliefert, diejenige jedes zugehörigen Auslesegeräts innerhalb der nächsten 8 h um nicht mehr als $\pm 2\%$ oder eine einzige Änderung in der letzten signifikanten Stelle ändern, dabei gilt der größere Wert.

Die Änderung der Anzeige durch Umgebungsstrahlung muss ausgenommen werden.

- b) Nur für Dosimeter der Klasse 1: Innerhalb 24 h nach Verlust oder Unterbrechung der Haupt-Spannungsversorgung darf sich die mit dem Dosimeter vor diesem Verlust oder dieser Unterbrechung gemessene Äquivalentdosis und diejenige jedes zugehörigen Auslesegeräts um nicht mehr als $\pm 5\%$ oder einen Wechsel in der letzten signifikanten Stelle ändern, sobald die Haupt-Spannungsversorgung ersetzt wird, dabei gilt der größere Wert.

9.7.3 Prüfverfahren und Bewertung der Ergebnisse

- a) Für Dosimeter der Klassen 1 und 2: Das Dosimeter wird mit einer Strahlungsquelle bestrahlt, die eine ausreichend hohe Äquivalentdosis erzeugt, so dass die Integration aller weiteren Beiträge durch Umgebungsstrahlung vernachlässigt werden kann. Die Bestrahlung ist sofort nach Ende der Integrationsperiode zu beenden und die Anzeige zu notieren. Die Anzeige ist stündlich bis zu 8 h nach Ende der Integrationsperiode abzulesen. Keine dieser 8 Ablesungen darf um mehr als $\pm 2\%$ oder eine einzige Änderung in der letzten signifikanten Stelle von der Ausgangsanzeige abweichen, dabei gilt der größere Wert.
- b) Nur für Dosimeter der Klasse 1: Das Dosimeter wird mit einer Strahlungsquelle bestrahlt, die eine ausreichend hohe Äquivalentdosis erzeugt, so dass alle weiteren Beiträge durch Umgebungsstrahlung vernachlässigt werden können. Die Anzeige ist zu notieren. Dann muss die Haupt-Spannungsversorgung vom Dosimeter entfernt werden (wenn die Haupt-Spannungsquelle ausfällt oder entfernt wird, darf die Anzeige ausfallen oder durch einen Hinweis ersetzt werden). Nach 24 h wird die Haupt-Spannungsquelle des Dosimeters ersetzt oder aufgeladen. Die angezeigte Äquivalentdosis darf sich um nicht mehr als $\pm 5\%$ gegenüber dem letzten Wert ändern, der vor dem Entfernen der Haupt-Spannungsquelle erhalten wurde, oder es darf nur ein Wechsel in der letzten signifikanten Stelle auftreten.