

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | <b>DIN IEC 60846-1<br/>(VDE 0492-2-1)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>DIN</b> |
|  | Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> 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. | <b>VDE</b> |

ICS 17.240

Einsprüche bis 2006-12-31

Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 60846  
(VDE 0492-2-1):2005-03

**Entwurf**

**Strahlenschutz-Messgeräte –  
Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und/oder  
Monitore für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung –  
Teil 1: Messung der Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung) und/oder Richtungs-  
Äquivalentdosis(leistung) für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung  
(IEC 45B/501/CD:2006)**

Radiation protection instrumentation –

Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation –

Part 1: Measurement of ambient dose equivalent (rate) and/or directional dose equivalent (rate) from external beta, X and gamma radiation  
(IEC 45B/501/CD:2006)

Instrumentation pour la radioprotection –

Instruments pour la mesure et/ou la surveillance de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma –

Partie 1: Mesure de l'équivalent de dose (ou du débit d'équivalent de dose) ambiant et/ou directionnel pour les rayonnements bêta, X et gamma externes  
(CEI 45B/501/CD:2006)

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- 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 ...

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45B/501/CD:2006 „Radiation protection instrumentation – Ambient and/or directional dose equivalent (rate) meters and/or monitors for beta, X and gamma radiation – Part 1: Measurement of ambient dose equivalent (rate) and/or directional dose equivalent (rate) from external beta, X and gamma radiation“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

Das internationale Dokument wurde vom SC 45B „Radiation protection instrumentation“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

In der Reihe VDE 0492 sind weiterhin veröffentlicht bzw. vorgesehen:

- DIN EN 61526 (VDE 0492-1), *Strahlenschutz-Messgeräte – Messung der Tiefen- und Oberflächen-Personendosis  $H_p(10)$  und  $H_p(0,07)$  für Röntgen-, Gamma-, Neutronen- und Betastrahlung – Direkt ablesbare Personendosimeter und -monitore* (IEC 61526:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61526:2006
  - zurzeit in Vorbereitung
- DIN EN 60846 (VDE 0492-2-1), *Strahlenschutz-Messgeräte – Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und -Monitore für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung* (IEC 60846:2002, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60846:2004
- DIN EN 61005 (VDE 0492-2-2), *Strahlenschutz-Messgeräte – Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte für Neutronenstrahlung* (IEC 61005:2003, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61005:2004
- DIN EN 60846-2 (VDE 0492-2-3), *Strahlenschutz-Messgeräte – Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und -Monitore für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung – Teil 2: Tragbare Messgeräte mit erweiterten Messbereichen zur Notfall-Strahlenschutz-Dosimetrie für Beta- und Photonen-Dosis und -Dosisleistung* (IEC 60846-2:200x); Deutsche Fassung EN 60846-2:200x
  - zurzeit Norm-Entwurf E DIN IEC 60846-2 (VDE 0492-2-3):2006-08
- DIN EN 62387-1 (VDE 0492-3-1), *Passive, integrierende Dosimetriesysteme zur Umwelt- und Personenüberwachung externer Photonen- und Betastrahlung, die elektronische Geräte zur Datenverarbeitung verwenden – Teil 1: Allgemeine Eigenschaften und Leistungsanforderungen an Dosimetriesysteme* (IEC 62387-1:200x); Deutsche Fassung EN 62387-1:200x
  - zurzeit Norm-Entwurf E DIN IEC 62387-1 (VDE 0492-3-1):2006-07

- DIN IEC 61066 (VDE 0492-3-2), *Thermolumineszenz-Dosimetriesysteme zur Personen- und Umweltüberwachung* (IEC 61066:2006)
  - zurzeit in Vorbereitung

## Änderungen

Gegenüber DIN EN 60846 (VDE 0492-2-1):2005-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Das Konzept der Eigenabweichung wurde durch einen Bezugswert für die Dosis(leistung) und die Prüfung der Linearitätsabweichung ersetzt.
- b) Bei der Prüfungen wird zwischen Einflussgrößen vom Typ F (Faktor) und Typ S (Summand) unterschieden.
- c) Das relative Ansprechvermögen wurde neu eingeführt, Bezugsansprechvermögen ist das Ansprechvermögen unter Bezugsbedingungen (einschließlich Bezugswert für die Messgröße).
- d) Die Grenzen für das relative Ansprechvermögen sind unsymmetrisch im Vergleich zu symmetrischen Grenzen bisher, dies führt zu symmetrischen Grenzen für die Korrekturfaktoren, siehe IEC/TR 62461.
- e) In Übereinstimmung mit E DIN IEC 62387-1 (VDE 0492-3-1):2006-07 wurde der Begriff „Abweichung“ für die „zusätzliche Anzeige“ eingeführt, siehe auch Einflussgrößen vom Typ S.
- f) Die Durchführung der Prüfung der Energie- und Winkelabhängigkeit wurde neu beschrieben, dadurch deutlicher und klarer. Zur Klarheit trägt auch die Einführung des relativen Ansprechvermögens bei.
- g) Die Anforderungen bezüglich Strahlung sind jetzt nach Strahlungsarten (Photonen/Beta) geordnet und danach nach Messgrößen, vorher in umgekehrter Reihenfolge. Dies erfolgt in Angleichung an die künftige DIN EN 61526 (VDE 0492-1) und E DIN IEC 62387-1 (VDE 0492-3-1):2006-07.
- h) Es werden die Formelzeichen  $G$  für die Anzeige,  $M$  für den (korrigierten) Messwert und  $H$  für den richtigen Wert verwendet, dies entspricht IEC/TR 62461. Dadurch werden viele Indices vermieden und die genannten Begriffe werden klarer getrennt.
- i) Eine Liste der Formelzeichen wurde aufgenommen.
- j) Die Mindest-Messbereiche wurden neu festgelegt: vier Größenordnungen und es muss  $1 \text{ mSv}$  bei Dosismessung und bei Dosisleistungsmessung  $100 \mu\text{Sv h}^{-1}$  (Messgröße  $\dot{H}^*(10)$ ) bzw.  $1 \text{ mSv h}^{-1}$  (Messgröße  $\dot{H}'(0,07)$ ) enthalten sein.
- k) Die Prüfung des Variationskoeffizienten wurde an neue Prüferkenntnisse angepasst und mit der Linearitätsprüfung kombiniert, siehe auch E DIN IEC 62387-1 (VDE 0492-3-1):2006-07.
- l) Die Zahl der Temperaturbereiche mit gestaffelten Anforderungen wurde auf zwei reduziert und die Anforderungen an den Stand der Technik angepasst.
- m) Die EMV-Anforderungen wurden an den neuesten Stand angepasst, zum Beispiel durch Berücksichtigung der WLAN-Frequenzen und Entfall der Prüfmöglichkeit mit gleitenden Frequenzen.
- n) Bei der Prüfung der Batterien wird der regelbare Widerstand nicht mehr verwendet.
- o) An vielen kleinen Punkten wurde die Kompatibilität zur künftigen DIN EN 61526 (VDE 0492-1) und E DIN IEC 62387-1 (VDE 0492-3-1):2006-07 erhöht.
- p) Anhang B „Verwendungsklassen für Umgebungs-/Richtungs-Dosis(leistungs)-Messgeräte“ wurde neu hinzugefügt.
- q) Anhang C „Kalibrierung von Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten für die Umgebungsüberwachung“ wurde neu hinzugefügt.

**Nationaler Anhang NA**  
(informativ)

**Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen**

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

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

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 |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|
| HD 472 S1:1989<br>+ Corr.:2002              | IEC 60038:1983<br>+ A1:1994<br>+ A2:1997                                            | DIN IEC 60038<br>(VDE 0175):2002-11        | VDE 0175                               |
| –                                           | IEC 60050-151:2001                                                                  | IEV Teil 151:2002-03                       | –                                      |
| –                                           | IEC 60050-393:1996<br>ersetzt durch<br>IEC 60050-393:2003                           | IEV Teil 393:2004-07                       | –                                      |
| –                                           | IEC 60050-394:1995                                                                  | IEV Teil 394:2001-03                       | –                                      |
| EN 60068-2-27:1993                          | IEC 60068-2-27:1987                                                                 | DIN EN 60068-2-27:1995-03                  | –                                      |
| Reihe<br>EN 60068                           | Publikationen der Reihe<br>IEC 60086                                                | Normen der Reihe<br>DIN EN 60086           | –                                      |
| EN 61000-4-2:1995<br>+ A1:1998<br>+ A2:2001 | IEC 61000-4-2:1995<br>+ A1:1998<br>+ A2:2000                                        | DIN EN 61000-4-2<br>(VDE 0847-4-2):2001-12 | VDE 0847-4-2                           |
| EN 61000-4-3:2002<br>+ A2:2002              | IEC 61000-4-3:1995<br>ersetzt durch<br>IEC 61000-4-3:2002<br>+ A1:2002              | DIN EN 61000-4-3<br>(VDE 0847-4-3):2003-11 | VDE 0847-4-3                           |
| EN 61000-4-4:2004                           | IEC 61000-4-4:1995<br>+ A1:2000<br>+ A2:2001<br>ersetzt durch<br>IEC 61000-4-4:2004 | DIN EN 61000-4-4<br>(VDE 0847-4-4):2005-07 | VDE 0847-4-4                           |
| EN 61000-4-5:1995<br>+ A1:2001              | IEC 61000-4-5:1995<br>+ A1:2000                                                     | DIN EN 61000-4-5<br>(VDE 0847-4-5):2001-12 | VDE 0847-4-5                           |
| EN 61000-4-6:1996<br>+ A1:2001              | IEC 61000-4-6:1996<br>+ A1:2000                                                     | DIN EN 61000-4-6<br>(VDE 0847-4-6):2001-12 | VDE 0847-4-6                           |
| EN 61000-4-8:1993<br>+ A1:2001              | IEC 61000-4-8:1993<br>+ A1:2000                                                     | DIN EN 61000-4-8<br>(VDE 0847-4-8):2001-12 | VDE 0847-4-8                           |

**Tabelle NA.1** (fortgesetzt)

| Europäische Norm   | Internationale Norm                                         | Deutsche Norm                                                       | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|--------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| EN 61000-4-11:2004 | IEC 61000-4-11:1994<br>ersetzt durch<br>IEC 61000-4-11:2004 | DIN EN 61000-4-11<br>(VDE 0847-4-11):2005-02                        | VDE 0847-4-11                          |
| EN 61000-6-2:2005  | IEC 61000-6-2:1999<br>ersetzt durch<br>IEC 61000-6-2:2005   | DIN EN 61000-6-2<br>(VDE 0839-6-2):2006-03                          | VDE 0839-6-2                           |
| EN 61005:2004      | IEC 61005:2003 mod                                          | DIN EN 61005<br>(VDE 0492-2-2):2005-03                              | VDE 0492-2-2                           |
| EN 61187:1994      | IEC 61187:1993 mod                                          | DIN EN 61187:1995-06                                                | –                                      |
| –                  | IEC 62641:2006                                              | DIN VDE 0493 Bbl 2<br>(VDE 0493 Bbl 2)<br>(zurzeit in Vorbereitung) | VDE 0493 Bbl 2                         |
| –                  | ISO 4037-1:1996                                             | –                                                                   | –                                      |
| –                  | ISO 4037-2:1997                                             | –                                                                   | –                                      |
| –                  | ISO 4037-3:1999                                             | –                                                                   | –                                      |
| –                  | ISO 6980:1996                                               | –                                                                   | –                                      |
|                    | ICRU 51:1993                                                |                                                                     |                                        |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-27:1995-03, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ea und Leitfaden: Schocken* (IEC 60068-2-27:1987); Deutsche Fassung EN 60068-2-27:1993.

Normen der Reihe DIN EN 60086, *Primärbatterien*.

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):2003-11, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder* (IEC 61000-4-3:2002 + A1:2002); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2002 + A1:2002.

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.

## – Entwurf –

### E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:1995 + A1:2000)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-5:1995 + A1:2001.

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2001-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:1996 + A1:2000)*; Deutsche Fassung EN 61000-4-6:1996 + A1:2001.

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.

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 61005 (VDE 0492-2-2):2005-03, *Strahlenschutz-Messgeräte – Umgebungsäquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte für Neutronenstrahlung (IEC 61005:2003, modifiziert)*; Deutsche Fassung EN 61005:2004.

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

DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11, *IEC-Normspannungen (IEC 60038:1983 + A1:1994 + A2:1997)*; Umsetzung von HD 472 S1:1989 + Cor.:2002-02.

DIN VDE 0493 Beiblatt 2 (VDE 0493 Beiblatt 2), *Strahlenschutz-Messgeräte – Bestimmung der Messunsicherheit (IEC/TR 62461:2006)* – zurzeit in Vorbereitung

IEV Teil 151, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Teil 115: Elektrische und magnetische Geräte und Einrichtungen (IEC 60050-151:2001)*.<sup>N1)</sup>

IEV Teil 393, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Teil 393: Nukleare Instrumentierung – Physikalische Phänomene und grundlegende Begriffe (IEC 60050-393:2003)*.<sup>N1)</sup>

IEV Teil 394, *Deutsche Ausgabe des Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuchs – Teil 394: Nukleare Instrumentierung – Geräte (IEC 60050-394:1995 + A1:1995 + A2:2000)*.<sup>N1)</sup>

---

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Im Rahmen der CD-ROM-Produktes „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“ zu beziehen über Beuth- und VDE VERLAG.

**Strahlenschutz-Messgeräte –  
Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte und/oder  
Monitore für Beta-, Röntgen- und Gammastrahlung –  
Teil 1: Messung der Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung) und/oder Richtungs-  
Äquivalentdosis(leistung) für Beta, Röntgen- und Gammastrahlung**

**Inhalt**

|                                                                                                     | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                           | 10    |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                      | 10    |
| 3 Begriffe .....                                                                                    | 11    |
| 4 Größen und Einheiten .....                                                                        | 17    |
| 4.1 Einheiten .....                                                                                 | 17    |
| 4.2 Liste der Formelzeichen .....                                                                   | 18    |
| 5 Allgemeine Merkmale von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-<br>Messgeräten ..... | 21    |
| 5.1 Anzeige .....                                                                                   | 21    |
| 5.2 Ablesung .....                                                                                  | 21    |
| 5.3 Äquivalentdosis- und Äquivalentdosisleistungsbereich .....                                      | 21    |
| 5.4 Messbereich .....                                                                               | 21    |
| 5.5 Mindest-Messbereich .....                                                                       | 21    |
| 5.6 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße .....                                                  | 21    |
| 5.7 Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße .....                                          | 22    |
| 5.8 Alarmschwellen .....                                                                            | 22    |
| 5.9 Zusatzanzeige .....                                                                             | 22    |
| 5.10 Funktionsstörung der Anzeige .....                                                             | 22    |
| 5.11 Dekontaminierbarkeit .....                                                                     | 22    |
| 5.12 Aufschriften auf den Geräten .....                                                             | 22    |
| 5.13 Auswerteverfahren zur Bestimmung der Anzeige .....                                             | 23    |
| 5.14 Klassifizierung der Dosimeter .....                                                            | 23    |
| 6 Allgemeine Prüfverfahren .....                                                                    | 23    |
| 6.1 Gebrauchsanweisung .....                                                                        | 23    |
| 6.2 Art der Prüfverfahren .....                                                                     | 23    |
| 6.3 Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen .....                                                     | 23    |
| 6.4 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ F .....                                                    | 23    |
| 6.5 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ S .....                                                    | 24    |
| 6.6 Berücksichtigung der Nichtlinearität .....                                                      | 24    |
| 6.7 Berücksichtigung von mehreren Detektoren oder Signalen in einem Dosimeter .....                 | 24    |
| 6.8 Lage des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes bei der Prüfung .....                           | 24    |
| 6.9 Niedrige Äquivalentdosisleistungen .....                                                        | 25    |

# – Entwurf –

## E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11

|      | Seite                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.10 | Statistische Schwankungen..... 25                                                                      |
| 6.11 | Erzeugung der Bezugsstrahlung ..... 25                                                                 |
| 6.12 | Bezugsstrahlung für Photonen ..... 25                                                                  |
| 6.13 | Bezugsstrahlung für Betastrahlung..... 25                                                              |
| 6.14 | Ermittlung des Ansprechvermögens bezüglich Äquivalentdosis(leistung) ..... 25                          |
| 7    | Additivität der Anzeige ..... 26                                                                       |
| 7.1  | Anforderungen ..... 26                                                                                 |
| 7.2  | Prüfverfahren ..... 26                                                                                 |
| 7.3  | Bewertung der Ergebnisse ..... 26                                                                      |
| 8    | Anforderungen und Prüfungen bezüglich Strahlung..... 26                                                |
| 8.1  | Allgemeines ..... 26                                                                                   |
| 8.2  | Berücksichtigung der Unsicherheit des richtigen Wertes ..... 27                                        |
| 8.3  | Modellfunktion..... 27                                                                                 |
| 8.4  | Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung..... 27  |
| 8.5  | Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung..... 29      |
| 8.6  | Ansprechen auf Neutronenstrahlung ..... 31                                                             |
| 8.7  | Linearität und Variationskoeffizient..... 31                                                           |
| 8.8  | Überlastbarkeit..... 34                                                                                |
| 8.9  | Einstellzeit..... 35                                                                                   |
| 8.10 | Zusammenhang zwischen Einstellzeit und Zufallsschwankungen..... 36                                     |
| 8.11 | Änderung des Ansprechvermögens durch Dosisleistungsabhängigkeit bei der Dosismessung ..... 36          |
| 8.12 | Ansprechvermögen auf gepulste Felder ionisierender Strahlung ..... 37                                  |
| 8.13 | Anforderungen an die Genauigkeit des Alarms von Äquivalentdosis(leistungs)monitoren..... 38            |
| 9    | Elektrische Eigenschaften von Richtungs- und Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten ..... 39 |
| 9.1  | Zeitliche Konstanz des Nullpunkts..... 39                                                              |
| 9.2  | Temperaturabhängigkeit der Nullpunktsstabilität ..... 40                                               |
| 9.3  | Anlaufzeit ..... 41                                                                                    |
| 9.4  | Versorgungsspannung – Batteriebetrieb ..... 41                                                         |
| 9.5  | Versorgungsspannung – Netzbetrieb ..... 43                                                             |
| 10   | Mechanische Merkmale von Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten ..... 44      |
| 10.1 | Mechanische Stöße während des Betriebs ..... 44                                                        |
| 10.2 | Vibrationen und mechanische Stöße beim Transport ..... 44                                              |
| 10.3 | Lageabhängigkeit des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes (Geotropismus)..... 45                     |
| 11   | Leistungsmerkmale bezüglich der Umgebungsbedingungen, Anforderungen und Prüfverfahren ..... 45         |
| 11.1 | Allgemeines ..... 45                                                                                   |

|                                                                                                                                                                              | Seite  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 11.2 Umgebungstemperatur .....                                                                                                                                               | 45     |
| 11.3 Relative Luftfeuchte .....                                                                                                                                              | 46     |
| 11.4 Luftdruck .....                                                                                                                                                         | 46     |
| 11.5 Abdichtung gegen Feuchtigkeit .....                                                                                                                                     | 46     |
| 11.6 Lagerung und Transport .....                                                                                                                                            | 46     |
| 11.7 Elektromagnetische Verträglichkeit .....                                                                                                                                | 47     |
| 12 Zusammenfassung der Leistungsmerkmale .....                                                                                                                               | 50     |
| 13 Begleitpapiere .....                                                                                                                                                      | 50     |
| 13.1 Angaben auf dem Messgerät .....                                                                                                                                         | 50     |
| 13.2 Prüfschein .....                                                                                                                                                        | 51     |
| 13.3 Gebrauchsanweisung und Wartungshandbuch .....                                                                                                                           | 51     |
| Anhang A (normativ) Statistische Schwankungen .....                                                                                                                          | 58     |
| Anhang B (informativ) Verwendungsklassen für Umgebungs-/Richtungs-Dosis(Leistungs)-<br>Messgeräte .....                                                                      | 60     |
| Anhang C (informativ) Kalibrierung von Umgebungs-Äquivalentdosis(Leistungs)-Messgeräten für<br>die Umgebungsüberwachung .....                                                | 61     |
| Literaturhinweise .....                                                                                                                                                      | 63     |
| <br>Tabelle 1 – Formelzeichen (und Abkürzungen) .....                                                                                                                        | <br>18 |
| Tabelle 2 – Werte von $c_1$ und $c_2$ für $w$ verschiedene Dosis(Leistungs)werte und $n$ Anzeigen für jeden<br>Dosis(Leistungs)wert .....                                    | <br>33 |
| Tabelle 3 – Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen .....                                                                                                                      | 52     |
| Tabelle 4 – Leistungsmerkmale von Richtungs-Äquivalentdosis(Leistungs)-Messgeräten bezüglich<br>Strahlung .....                                                              | <br>53 |
| Tabelle 5 – Leistungsmerkmale von Umgebungs-Äquivalentdosis(Leistungs)-Messgeräten bezüglich<br>Strahlung .....                                                              | <br>54 |
| Tabelle 6 – Elektrische, mechanische und umgebungsbezogene Leistungsmerkmale von<br>Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(Leistungs)-Messgeräten .....                    | <br>55 |
| Tabelle 7 – Höchstwerte der Abweichungen bei Störungen durch elektromagnetische Felder .....                                                                                 | 56     |
| Tabelle 8 – Mechanische Leistungsmerkmale bei Prüfbedingungen .....                                                                                                          | 57     |
| Tabelle 9 – Prüfungen für Überstehen von Schwingungen bei verschiedenen festen Frequenzen .....                                                                              | 57     |
| Tabelle 10 – Prüfungen für Widerstandsfähigkeit gegenüber Schwingungen bei langsam<br>veränderlichen Frequenzen .....                                                        | <br>57 |
| Tabelle A.1 – Anzahl der erforderlichen Ablesungen zur Erkennung des wahren Unterschiedes<br>(95 % Vertrauensniveau) zwischen zwei Ablesungssätzen auf demselben Gerät ..... | <br>59 |
| Tabelle B.1 – Verwendungsklassen für Umgebungs- oder Richtungs-Dosis(Leistungs)-Messgeräte .....                                                                             | 60     |

## 1 Anwendungsbereich

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

ANMERKUNG 1 Wenn sowohl Umgebungs- als auch Richtungs-Äquivalentdosis gemeint sind, darf der Begriff Äquivalentdosis als Abkürzung verwendet werden.

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

Wenn in dieser Norm der Begriff „Äquivalentdosis(leistung)“ verwendet wird, beziehen sich die Aussagen sowohl auf die Messung der Äquivalentdosis als auch auf die der Äquivalentdosisleistung.

ANMERKUNG 2 Sie gilt nicht in Anwendungsfällen wie der medizinischen Radiologie, für die das Technische Komitee 62 zuständig ist, und wo die Bedingungen der Strahlenexposition extrem inhomogen sein können, aber genau bekannt sind.

ANMERKUNG 3 Sie gilt nicht für Dosimeter, die von Personen getragen werden, um die Dosis zu ermitteln, die diese Personen erhalten haben.

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

Dem entsprechend werden in dieser Norm festgelegt:

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

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden 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).

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

IEC 60038:1983, *IEC standard voltages*; Amendment 1 (1994), Amendment 2 (1997).

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

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

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

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

IEC 60086 (Series), *Primary batteries*.

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test.*

IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test.*

IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test; Amendment 1 (2000), Amendment 2 (2001).*

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

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

IEC 61000-4-8:1993, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 8: Power frequency magnetic field immunity test.*

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

IEC 61000-6-2:1999, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environment.*

IEC 61005:2003, *Radiation protection instrumentation – Neutron ambient dose equivalent (rate) meters.*

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

IEC 62461:2006 (Technical Report), *Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty.*

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

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

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

ISO 6980:1996, *Reference beta radiations for calibrating dosimeter and dose-rate meters and for determining their response as a function of beta-radiation energy.*

### 3 Begriffe

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

#### 3.1

##### **Abnahmeprüfung**

(en: acceptance test)

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

[IEV 151-04-20]

### 3.2

#### Umgebungs-Äquivalentdosis

##### $H^*(10)$

(en: ambient dose equivalent)

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

[ICRU 51, modifiziert]

Die SI-Einheit der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ist das Sievert (Sv) oder dessen dezimale Vielfache oder Teile (z. B. mSv).

ANMERKUNG 1 Die Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung), die für die Kontrolle durchdringender Strahlung verwendet wird, ist keine geeignete Messgröße für Betastrahlung, selbst wenn es sich dabei um eine nominell durchdringende handelt (ICRU 47, 1992).

ANMERKUNG 2 Wenn beide Messgrößen, Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis, gemeint sind, darf der Begriff Äquivalentdosis als Abkürzung verwendet werden.

### 3.3

#### Umgebungs-Äquivalentdosisleistung

##### $\dot{H}^*$

(en: ambient dose equivalent rate)

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

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

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

### 3.4

#### richtiger Wert der Äquivalentdosis(leistung)

##### $H$

(en: conventionally true value of dose equivalent (rate))

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

### 3.5

#### Variationskoeffizient

(en: coefficient of variation)

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

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

### 3.6

#### (vollständiges) Messergebnis

(en: (complete) result of a measurement)

einer Messgröße zugeordnete Wertemenge, die auch einen Wert, die zugehörige Unsicherheit und die Einheit des Messwertes beinhaltet

ANMERKUNG 1 Der zentrale Wert kann aus der Gesamtmenge (der Werte) als *Wert der Messgröße  $M$*  und ein Parameter, der die Werteverteilung kennzeichnet, als *Messunsicherheit*, ausgewählt werden.

ANMERKUNG 2 Das Messergebnis ist auf die vom *Messgerät gegebene Anzeige G* und auf die Korrekturwerte bezogen, die durch Kalibrierung und die Verwendung eines *Modells* erhalten wurden.

[IEV 311-01-01]

ANMERKUNG 3 Der Schätzwert für *M* kann auf einem oder mehreren Werten basieren.

### 3.7

#### Richtungs-Äquivalentdosis

$H'(0,07)$

(en: directional dose equivalent)

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

Die SI-Einheit der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ist das Sievert (Sv) oder dessen dezimale Vielfache oder Teile (z. B. mSv).

### 3.8

#### Richtungs-Äquivalentdosisleistung

$\dot{H}'$

(en: directional dose equivalent rate)

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

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

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

### 3.9

#### Abweichung

$D$

(en: deviation)

Differenz zwischen den angezeigten Werten eines Dosimetriesystems 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 Wirkung 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 von besonderer Bedeutung bei Einflussgrößen vom Typ S.

### 3.10

#### Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät

(en: dose equivalent (rate) meter)

Gerät zur Messung oder Ermittlung der Äquivalentdosis(leistung)

### 3.11

#### **Messbereich eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes**

(en: effective range of measurement (of a dose equivalent (rate) meter))

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

### 3.12

#### **Anzeige (für diese Norm)**

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

Wert,  $G$ , der von der (digitalen) Anzeige des Dosimeters in Einheiten der Äquivalentdosis oder Äquivalentdosisleistung ausgegeben wird

### 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 Einfallswinkel“.

### 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 Ein Beispiel ist Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel.

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

### 3.15

#### **Einflussgröße vom Typ S**

(en: influence quantity of type S)

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

ANMERKUNG 1 Ein Beispiel ist die elektromagnetische Störung.

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 der Anzeige auf Grund der Störung.

### 3.16

#### **untere Grenze des Messbereichs**

$H_0$

(en: lower limit of the measuring range)

kleinster Dosiswert, der im Messbereich enthalten ist

### 3.17

#### **maximal mögliche Dosisleistung (für Dosismesser)**

$\dot{H}_{\max}$

(en: maximum dose equivalent rate (for dosimeters))

vom Hersteller angegebene Dosisleistung, oberhalb derer es wahrscheinlich ist, dass die Zunahme der Dosisanzeige weniger als 90 % der aktuell erhaltenen Dosis beträgt

### 3.18

#### Messwert

***M***

(en: measured value)

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

ANMERKUNG 1 Die Modellfunktion wird für die Bestimmung der Unsicherheit des Messwertes nach GUM (siehe GUM 3.1.6, 3.4.1 und 4.1) benötigt.

ANMERKUNG 2 Im Folgenden wird ein Beispiel einer Modellfunktion angegeben. Es verbindet die Anzeige *G* mit dem Bezugs-Kalibrierfaktors  $N_0$ , 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 einer solchen 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 Falls notwendig kann eine andere Modellfunktion verwendet werden, die die Bauart des gegebenen Dosimeters besser beschreibt.

### 3.19

#### Mindest-Nenngebrauchsbereich

(en: minimal rated range (of use))

kleinster vorgegebener Bereich einer Einflussgröße oder eines Geräteparameters, in dem das Dosimetriesystem die Anforderungen dieser Norm erfüllen muss

ANMERKUNG Die Mindest-Nenngebrauchsbereiche für die in dieser Norm behandelten Einflussgrößen sind in der zweiten Spalte der Tabellen 4 bis 7 angegeben.

### 3.20

#### Prüfart für ein Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät

(en: point of test of a dose equivalent (rate) meter)

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

### 3.21

#### Eignungsprüfungen

(en: qualification tests)

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

### 3.22

#### Nenngebrauchsbereich (eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes)

(en: rated range (of use) (of a dose equivalent (rate) meter))

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

### 3.23

#### Bezugsorientierung (eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes)

(en: reference orientation (of a dose equivalent (rate) meter))

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

### 3.24

#### Bezugspunkt (eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes)

(en: reference point (of a dose equivalent (rate) meter))

physische Markierung (oder Markierungen) auf dem Äußeren des Äquivalentdosis(leistung)-Messgerätes, die verwendet wird, um es am Mess- oder Prüfort zu positionieren

### 3.25

#### Bezugs-Ansprechvermögens

$R_0$

(en: reference response)

Ansprechvermögen für einen Bezugswert  $H_{r,0}$  der Messgröße unter Bezugsbedingungen

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

Dabei ist

$G_{r,0}$  die zugehörige Anzeige.

ANMERKUNG 1 Das Bezugs-Ansprechvermögen ist der Kehrwert des Bezugs-Kalibrierfaktors.

ANMERKUNG 2 Die Bezugswerte für die Dosis(leistung) sind in Tabelle 3 angegeben.

### 3.26

#### relatives Ansprechvermögen

$r$

(en: relative response)

Quotient von Ansprechvermögen  $R$  zu Bezugs-Ansprechvermögens  $R_0$

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

### 3.27

#### Ansprechvermögen (einer Strahlungsmessanordnung)

$R$

(en: response (of a radiation measuring assembly))

unter festgelegten Bedingungen das durch folgende Beziehung gegebene Verhältnis:

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

Dabei ist

$G$  die von dem zu prüfenden Gerät oder der Einrichtung (Dosimeter) gemessene Anzeige einer Größe und

$H$  der richtige Wert dieser Größe.

[IEV 394-20-21]

ANMERKUNG Der Wert des Ansprechvermögens kann mit dem Wert der Messgröße variieren. In solchen Fällen wird dem Dosimetriesystem ein nichtlineares Ansprechvermögen zugeschrieben.

### 3.28

#### Stückprüfung

(en: routine test)

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

[IEV 151-04-16]

### 3.29

#### Prüfbedingungen

(en: standard test conditions)

Bedingungen, die den Bereich von Werten für einen Satz von Einflussgrößen angeben, unter denen eine Kalibrierung oder die Bestimmung des Ansprechvermögens durchgeführt wird

ANMERKUNG 1 Kalibrierungen sollten idealer Weise unter Bezugsbedingungen durchgeführt werden. Da dies nicht immer möglich (zum Beispiel für den Druck der umgebenden Luft) oder einfach (zum Beispiel für die Umgebungstemperatur) ist, ist ein (kleiner) Bereich um die Bezugsbedingungen zulässig. Die Abweichung des Kalibrierfaktors von seinem Wert unter Bezugsbedingungen durch diese Abweichungen muss im Prinzip korrigiert werden.

ANMERKUNG 2 Bei Bauartprüfungen verbleiben alle Werte der Einflussgrößen, die nicht Gegenstand der Prüfung sind, im Bereich der Prüfbedingungen.

[ISO 4037-3]

### 3.30

#### Prüfwerte

(en: standard test values)

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

ANMERKUNG Bei Prüfbedingungen haben alle Einflussgrößen und Geräteparameter ihre Prüfwerte.

### 3.31

#### Zusatzprüfungen

(en: supplementary tests)

Prüfungen, um zusätzliche Informationen über Merkmale des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes zu erhalten

### 3.32

#### Bauartprüfung

##### Typprüfung

(en: type test)

Konformitätsprüfung auf der Grundlage einer oder mehrerer für die Herstellung des Produkts repräsentativer Stichproben

[IEV 151-04-15, modifiziert]

## 4 Größen und Einheiten

### 4.1 Einheiten

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

- Für die Energie: Elektronenvolt (Einheitenzeichen: eV).  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .
- 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).  $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J kg}^{-1}$ .

# – Entwurf –

E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11

## 4.2 Liste der Formelzeichen

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

**Tabelle 1 – Formelzeichen (und Abkürzungen)**

| Symbol                  | Bedeutung                                                                                                                                                                                                 | Einheit                  |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| $\alpha$                | Strahleneinfallswinkel                                                                                                                                                                                    | Grad                     |
| $\alpha_{\max}$         | Maximalwert des Nenn-Gebrauchsbereichs für den Einfallswinkel                                                                                                                                             | 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 Dosiswert                                                                                                                                                                                     | Sv                       |
| $\dot{G}$               | Angezeigter Dosisleistungswert                                                                                                                                                                            | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{G}_0$             | Angezeigter Dosisleistungswert auf Grund von interner radioaktiver Kontamination oder von elektronischem Rauschen des Gerätes                                                                             | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{G}_{0,s}$         | Angezeigter Untergrund-Dosisleistungswert im Kalibrierlabor                                                                                                                                               | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $G_e$                   | Angezeigter Dosis(leistung)wert auf Grund des elektrischen Signals $q_e$                                                                                                                                  | Sv                       |
| $\dot{G}_i$             | Endgültige Dosisleistungsanzeige nach einer sprunghaften Zunahme der Äquivalentdosisleistung                                                                                                              | Sv                       |
| $\dot{G}_i$             | Anfängliche Dosisleistungsanzeige vor einer sprunghaften Zunahme der Äquivalentdosisleistung                                                                                                              | Sv                       |
| $G_K$                   | Anzeige durch Einzelbestrahlung mit dem richtigen Dosiswert $H_K$                                                                                                                                         | Sv                       |
| $G_{K+L}$               | Anzeige durch kombinierte Bestrahlung mit dem richtigen Dosiswert $H_K + H_L$                                                                                                                             | Sv                       |
| $G_{\text{nat}}$        | Anzeige nach einer Exposition mit natürlicher Umgebungsstrahlung für die Zeitspanne $t_{\text{env}}$                                                                                                      | Sv                       |
| $G_L$                   | Anzeige durch Einzelbestrahlung mit dem richtigen Dosiswert $H_L$                                                                                                                                         | Sv                       |
| $G_{\text{low}}$        | Anzeige des Dosimeters unter den gleichen Bedingungen wie für $G_{\text{nom}}$ gegeben, jedoch mit niedriger Batteriespannung, zum Beispiel wenn das Dosimeter zum ersten Mal „niedrige Spannung“ anzeigt | Sv                       |
| $G_{\text{nom}}$        | Anzeige des Dosimeters unter gegebenen Bedingungen beim Nominalwert der Batteriespannung                                                                                                                  | Sv                       |
| $G_r$                   | Anzeige der Dosis(leistung) unter festgelegten Bezugsbedingungen                                                                                                                                          | Sv (Sv h <sup>-1</sup> ) |
| $G_{r,0}$               | Bezugswert der Anzeige der Dosis(leistung) durch Bestrahlung mit $H_{r,0}$                                                                                                                                | Sv (Sv h <sup>-1</sup> ) |
| $\dot{G}_s$             | Anzeige der Dosisleistung durch Exposition mit einer Quelle einschließlich Anzeige durch Untergrundstrahlung                                                                                              | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\Delta G_{\text{mix}}$ | Relative Änderung der Anzeige durch eine aufeinander folgende und gemischte Bestrahlung, siehe Abschnitt 6                                                                                                | –                        |
| $H_0$                   | Untere Grenze des Messbereichs                                                                                                                                                                            | Sv                       |
| $\dot{H}_0$             | Untere Grenze des Dosisleistungs-Messbereichs                                                                                                                                                             | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $H_a$                   | Dosis, die die Anzeige erzeugt, auf die der Alarm eingestellt ist                                                                                                                                         | Sv                       |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol                  | Bedeutung                                                                                                           | Einheit                  |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| $\dot{H}_a$             | Dosisleistung, die die Anzeige erzeugt, auf die der Alarm eingestellt ist                                           | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{H}_{\max}$        | Maximale Äquivalentdosisleistung (für Dosismesser)                                                                  | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{H}_{\text{high}}$ | Gleichgewichts-Dosisleistungsanzeige, die sich nach einer Erhöhung der Dosisleistung ergibt                         | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $H'(0,07)$              | Richtungs-Äquivalentdosis in der Tiefe 0,07 mm                                                                      | Sv                       |
| $H^*(10)$               | Umgebungs-Äquivalentdosis in der Tiefe 10 mm                                                                        | Sv                       |
| $H_{\text{nat}}$        | Erwartungswert der Umgebungs-Äquivalentdosis durch Umgebungsstrahlung                                               | Sv                       |
| $\dot{H}'(0,07)$        | Richtungs-Äquivalentdosisleistung in der Tiefe 0,07 mm                                                              | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{H}^*(10)$         | Umgebungs-Äquivalentdosisleistung in der Tiefe 10 mm                                                                | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{H}^*(10)_c$       | Umgebungs-Äquivalentdosisleistung durch die kosmische Komponente der Umgebungsstrahlung im Kalibrierlabor           | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{H}^*(10)_t$       | Umgebungs-Äquivalentdosisleistung durch die terrestrische Gamma-Komponente der Umgebungsstrahlung im Kalibrierlabor | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{H}^*(10)_s$       | Umgebungs-Äquivalentdosisleistung durch die Kalibrierquelle                                                         | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $\dot{H}_{\text{nat}}$  | Bekannter Wert der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung durch natürliche Umgebungsstrahlung                            | Sv h <sup>-1</sup>       |
| $H$                     | Richtiger Wert der Dosis(leistung)                                                                                  | Sv (Sv h <sup>-1</sup> ) |
| $H_r$                   | Richtiger Wert der Dosis(leistung) unter festgelegten Bezugsbedingungen                                             | Sv (Sv h <sup>-1</sup> ) |
| $H_{r,0}$               | Bezugswert der Dosis(leistung) der Messgröße                                                                        | Sv (Sv h <sup>-1</sup> ) |
| $I_{\text{low}}$        | Stromverbrauch des Dosimeters bei der Anzeige $G_{\text{low}}$                                                      | A                        |
| $k$                     | Überdeckungsfaktor (siehe GUM)                                                                                      | –                        |
| $K$                     | Symbol für die erste von zwei Bestrahlungsbedingungen, zum Beispiel 3 mSv, N-80 und 60° Strahleneinfallswinkel      | –                        |
| $l$                     | Anzahl der Einflussgrößen vom Typ S                                                                                 | –                        |
| $L$                     | Symbol für die zweite von zwei Bestrahlungsbedingungen, zum Beispiel 4 mSv, S-Co und 0° Strahleneinfallswinkel      | –                        |
| $M$                     | Messwert der Dosis(leistung)                                                                                        | Sv (Sv h <sup>-1</sup> ) |
| $m$                     | Anzahl der Einflussgrößen vom Typ F                                                                                 | –                        |
| $n$                     | Anzahl der Anzeigen für einen Wert der Dosis(leistung)                                                              | –                        |
| $N$                     | Kalibrierfaktor                                                                                                     | –                        |
| $N_0$                   | Bezugs-Kalibrierfaktor                                                                                              | –                        |
| $p$                     | Index, der die Anzahl der Einflussgröße vom Typ S angibt                                                            | –                        |
| $q$                     | Index, der die Anzahl der Einflussgröße vom Typ F angibt                                                            | –                        |
| $q_e$                   | Stärke des elektrischen Signals zur Simulation des Detektorsignals                                                  | je nach Signal           |

# – Entwurf –

E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol           | Bedeutung                                                                                                       | Einheit           |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| $q_{r,0}$        | Stärke des elektrischen Signals zur Erzeugung der Anzeige $G_{r,0}$                                             | je nach Signal    |
| $Q_{\text{nom}}$ | Nominelle Kapazität der Batterien                                                                               | A h               |
| $r$              | Relatives Ansprechvermögen                                                                                      | –                 |
| $R$              | Ansprechvermögen                                                                                                | –                 |
| $R_0$            | Bezugs-Ansprechvermögen                                                                                         | –                 |
| $R_C$            | Ansprechvermögen für die kosmische Komponente der Umgebungsstrahlung                                            | –                 |
| $R_t$            | Ansprechvermögen für die terrestrische Gamma-Komponente der Umgebungsstrahlung                                  | –                 |
| $R_S$            | Ansprechvermögen für die Strahlung einer Kalibrierquelle                                                        | –                 |
| $r_n$            | Korrektur für Nichtlinearität des Ansprechvermögens                                                             | –                 |
| $r_q$            | Relatives Ansprechvermögen durch die Einflussgröße Nr. $q$ vom Typ F                                            | –                 |
| $S_K$            | Symbol für die Strahlungsqualität der Bedingung K, zum Beispiel N-80                                            | –                 |
| $S_L$            | Symbol für die Strahlungsqualität der Bedingung L, zum Beispiel S-Co                                            | –                 |
| $t_{\text{env}}$ | Mess-Zeitspanne in der Umgebung                                                                                 | h                 |
| $t_{\text{min}}$ | Geforderte Mindest-Betriebszeit für Dauerbetrieb des Dosimeters, 100 h für Batterien und 24 h für Akkus         | h                 |
| $U$              | Erweiterte Messunsicherheit                                                                                     | wie die Messgröße |
| $u_c$            | Erweiterte kombinierte Standard-Messunsicherheit                                                                | wie die Messgröße |
| $u_i$            | Standard-Messunsicherheit auf Grund der Komponente Nr. $i$                                                      | wie die Messgröße |
| $U_{\text{low}}$ | Batteriespannung unter Bedingungen, die bei der Bestimmung von $M_{\text{low}}$ herrschen                       | V                 |
| $U_{\text{nom}}$ | Nominalwert der Batteriespannung                                                                                | V                 |
| $U_{\text{rel}}$ | Relative erweiterte Messunsicherheit                                                                            | –                 |
| $v$              | Variationskoeffizient                                                                                           | –                 |
| $v_{\text{max}}$ | Maximal zulässiger Variationskoeffizient bei der Dosisleistung, auf die der Alarm eingestellt ist               | –                 |
| $w$              | Anzahl der Dosis(leistungs)werte, die für die Prüfung von Linearität und Variationskoeffizient verwendet werden | –                 |

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

### 5.1 Anzeige

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

### 5.2 Ablesung

Ein Wechsel des Messbereiches und der Ablesungsskala muss gleichzeitig erfolgen und klar angezeigt werden. Alle Skalen müssen unter üblichen Beleuchtungsbedingungen ablesbar sein.

### 5.3 Äquivalentdosis- und Äquivalentdosisleistungsbereich

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

### 5.4 Messbereich

Der Messbereich, beginnend bei  $\dot{H}_0$  oder  $H_0$ , darf nicht kleiner sein als:

- bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Analoganzeige (z. B. linear oder logarithmisch): von 10 % bis 100 % des maximalen Winkelausschlags in jedem Skalenbereich;
- bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit Digitalanzeige: von einer Anzeige in der vorletzten signifikanten Stelle bis zur Maximalanzeige in jedem Anzeigebereich. Beispielsweise muss sich bei einer Anzeige mit einem maximalen Anzeigewert von 99999,9 der Messbereich von 1,0 bis 99999,9 erstrecken – also über fünf Größenordnungen – oder von 3,0 bis 99999,9 – also über vier ein halb Größenordnungen;
- für Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräte mit digitaler Anzeige und „wissenschaftlicher“ Darstellung (z. B.  $x, yz \text{ E} \pm ab$ ) muss die Mantisse mindestens zwei Stellen haben (z. B. 1,00 bis 9,99). Der Hersteller muss den Messbereich festlegen (z. B.  $1,00 \text{ E}-7$  bis  $9,99 \text{ E}-2$  in der Einheit  $\text{Sv h}^{-1}$ ).

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

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

### 5.5 Mindest-Messbereich

Der Mindest-Messbereich für die Äquivalentdosisleistung muss mindestens vier Größenordnungen überdecken und für die Messgröße  $\dot{H}^*(10) 100 \mu\text{Sv h}^{-1}$  und für die Messgröße  $\dot{H}^*(0,07) 1 \text{ mSv h}^{-1}$  einschließen. Der Mindest-Messbereich für die Äquivalentdosis muss mindestens vier Größenordnungen überdecken und  $1 \text{ mSv}$  einschließen.

### 5.6 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Nenngebrauchsbereich für jede Einflussgröße muss in den Unterlagen angegeben werden. Zusätzlich müssen einige Nenngebrauchsbereiche auf dem Instrument angegeben werden, siehe 5.12.

## – Entwurf –

E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11

### 5.7 Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Mindest-Nenngebrauchsbereich für die betrachtete Einflussgröße ist in der zweiten Spalte der Tabellen 4 bis 7 aufgeführt.

### 5.8 Alarmschwellen

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

Falls erforderlich muss es möglich sein, den akustischen Alarm abzustellen.

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

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

Die Frequenz der akustischen Alarmschwelle sollte im Bereich zwischen 1 000 Hz und 3 000 Hz liegen. Falls ein unterbrochenes Alarmsignal verwendet wird, darf das Signalintervall 2 s nicht überschreiten. Der A-gewichtete Schallpegel sollte 100 dBA in einer Entfernung von 30 cm von der Alarmquelle nicht überschreiten und muss an diesem Punkt mindestens 75 dBA erreichen.

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

### 5.9 Zusatzanzeige

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

### 5.10 Funktionsstörung der Anzeige

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

### 5.11 Dekontaminierbarkeit

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

### 5.12 Aufschriften auf den Geräten

Die folgenden Angaben müssen deutlich sichtbar auf dem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät angebracht sein:

- a) Messgröße und Messbereich;
- b) Strahlungsarten, für deren Messung das Dosimeter geeignet ist (zum Beispiel Photonen- und/oder Betastrahlung);
- c) Nenngebrauchsbereich der Teilchenenergie;
- d) Bezugspunkt und Vorzugsrichtung (oder in der Gebrauchsanweisung);
- e) Verwendungskategorie nach Anhang B.

ANMERKUNG Ein Beispiel ist:  $0,1 \mu\text{Sv} \leq H^*(10) \leq 1 \text{ Sv/h}$ ;  $55 \text{ keV} \leq E_{\text{ph}} \leq 1,5 \text{ MeV}$ ; Gm.

### 5.13 Auswerteverfahren zur Bestimmung der Anzeige

Für die Bauartprüfung entsprechend dieser Norm muss der Hersteller das Auswerteverfahren für die Anzeige angeben, beginnend mit dem Signal oder den Signalen des Detektors oder der Detektoren und endend mit der Anzeige. Dies muss alle Berechnungen und/oder den Entscheidungsbaum beinhalten.

Falls mehr als ein Signal verwendet wird, um die Anzeige zu bestimmen, muss es der Hersteller für die Bauartprüfung ermöglichen, dass die einzelnen Signale des Detektors oder der Detektoren getrennt ausgelesen werden können.

**ANMERKUNG** Dieses Auswerteverfahren kann vertraulich sein und nur vom Prüflabor zu Zwecken der Bauartprüfung verwendet werden.

### 5.14 Klassifizierung der Dosimeter

Die verschiedenen Arten von Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten können nach der Art der Strahlung, dem Dosis(leistungs)bereich und dem Nenngebrauchsbereich von Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel klassifiziert werden. Das Schema der Klassifizierung ist im Anhang B angegeben.

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

## 6 Allgemeine Prüfverfahren

### 6.1 Gebrauchsanweisung

Die Gebrauchsanweisung für das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss in dem Handbuch eindeutig angegeben sein, siehe 13.3. Diese Gebrauchsanweisung muss für alle Teile der Bauartprüfung und auch für die Routineanwendung gelten.

### 6.2 Art der Prüfverfahren

Sofern in den einzelnen Abschnitten nicht anders vorgeschrieben, sind alle in der vorliegenden Norm aufgezählten Prüfungen als Bauartprüfungen anzusehen (siehe 3.32). Bestimmte Prüfungen können nach Vereinbarung zwischen dem Verkäufer und dem Käufer als Abnahmeprüfungen betrachtet werden.

### 6.3 Bezugsbedingungen und Prüfbedingungen

Die Bezugsbedingungen sind in der zweiten Spalte von Tabelle 3 angegeben. Sofern nicht anders vorgeschrieben, sind die Prüfungen in der vorliegenden 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 festzulegen.

Bei den Prüfungen, die zur Feststellung der Auswirkungen von Veränderungen der in Tabelle 3 angegebenen Einflussgrößen bestimmt sind, sollten alle anderen Einflussgrößen innerhalb der Grenzwerte der Prüfbedingungen nach Tabelle 3 gehalten werden, sofern in dem betreffenden Prüfverfahren nicht anders vorgeschrieben.

### 6.4 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ F

Diese Prüfungen können bei jedem Wert der Messgröße oberhalb von  $10 \dot{H}_0$  oder  $10 H_0$  durchgeführt werden. Aus dem Ergebnis jeder Prüfung kann die zugehörige Variation des relativen Ansprechvermögens  $r$  bestimmt werden.

**E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11**

Es wird akzeptiert, dass ein kleiner Teile 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  $10 \dot{H}_0$  oder  $10 H_0$  durchgeführt werden und dieser Befund muss im Prüfbericht mitgeteilt werden.

## **6.5 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ S**

Diese Prüfungen müssen bei einem richtigen Wert  $H$  der Dosis(leistung) kleiner als das 10fache der unteren Messbereichsgrenze  $\dot{H}_0$  oder  $H_0$  durchgeführt werden, auch der Wert 0 der Dosis(leistung) ist zulässig, sofern keine anderen Festlegungen in den jeweiligen Abschnitten getroffen werden und eine negative Abweichung ausgeschlossen werden kann. Das Ergebnis jeder Prüfung ist eine Abweichung  $D_p$ .

Es wird akzeptiert, dass ein kleiner Teile 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  $10 \dot{H}_0$  oder  $10 H_0$  durchgeführt werden und dieser Befund muss im Prüfbericht mitgeteilt werden.

ANMERKUNG Wegen der im Allgemeinen niedrigeren Anzeige im Vergleich zu Prüfungen nach 6.4 kann sich die Anzahl der notwendigen Messungen erhöhen.

## **6.6 Berücksichtigung der Nichtlinearität**

Die Auswirkung eines nicht konstanten Ansprechvermögens muss berücksichtigt werden.

Eine praktische Methode ist es, mit der Prüfung der Linearität zu beginnen und die anderen Prüfungen in einem Dosisbereich durchzuführen, in dem die Nicht-Konstanz des Ansprechvermögens vernachlässigt werden kann (1 % bis 2 %).

## **6.7 Berücksichtigung von mehreren Detektoren oder Signalen in einem Dosimeter**

Wird mehr als ein Signal oder Detektor benutzt, um die Anzeige zu bestimmen, dann müssen alle Detektoren oder Signale einzeln geprüft werden. Getrennte Prüfungen sind dann notwendig, wenn die verschiedenen Signale benutzt werden, um die Anzeige in verschiedenen Teilen des Messbereichs oder in verschiedenen Bereichen einer Einflussgröße zu bestimmen.

ANMERKUNG 1 Falls dies zutrifft, so bedeutet es, dass der vollständig Prüfaufwand nach dieser Norm mit der Anzahl der Signale multipliziert wird, die in verschiedenen Bereichen verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Beispiele:

- 1) Wird ein zweiter Detektor oder ein zweites Signal verwendet, um die Dosis oberhalb einer Dosisleistung von 200 mSv/h zu bestimmen, so müssen für diesen Detektor oder dieses Signal alle Anforderungen entsprechend dieser Norm innerhalb seines Arbeitsbereiches gemessen werden, das heißt oberhalb einer Äquivalentdosisleistung von 200 mSv/h.
- 2) Wird ein zweiter Detektor oder ein zweites Signal verwendet, um die Dosis bei sehr kleinen Teilchenenergien zu bestimmen (zum Beispiel ein sehr dünner Detektor für niederenergetische Betastrahlung), so müssen für diesen Detektor oder dieses Signal alle Anforderungen entsprechend dieser Norm innerhalb seines Arbeitsbereiches gemessen werden, das heißt mit niederenergetische Betastrahlung.

## **6.8 Lage des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes bei der Prüfung**

Bei allen Prüfungen mit Strahlung muss der Bezugspunkt des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes am Prüfort sein und das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät muss sich in der vom Hersteller angegebenen Vorzugsrichtung befinden (außer bei den Prüfungen der kombinierten Energie- und Richtungsabhängigkeit, siehe 8.4 und 8.5).

## 6.9 Niedrige Äquivalentdosisleistungen

Bei der Messung niedriger Äquivalentdosisleistungen muss der Beitrag der Untergrundstrahlung zur Äquivalentdosisleistung am Prüfort berücksichtigt werden. Zu Einzelheiten siehe Anhang C.

## 6.10 Statistische Schwankungen

Wenn die Größenordnung der statistischen Anzeigeschwankungen, welche allein auf die stochastische Natur der Strahlung zurückzuführen sind, einen erheblichen Anteil 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 voneinander unabhängig sind.

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

## 6.11 Erzeugung der Bezugsstrahlung

Sofern bei den einzelnen Prüfverfahren nicht anders vorgeschrieben, sollten alle Prüfungen mit Beta- oder Röntgen- und Gammastrahlung mit einer festgelegten Strahlungsqualität durchgeführt werden (siehe Tabelle 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 6980-1; ISO 6980-2; ISO 6980-3.

## 6.12 Bezugsstrahlung für Photonen

Für die Umgebungs-Äquivalentdosis ist die Bezugsstrahlung für Photonen die Strahlung, die durch das Nuklid  $^{137}\text{Cs}$  (N-100 gefilterte Röntgenstrahlung der Strahlungsqualitäten mit sehr harter Filterung, falls der Mindest-Nenngebrauchsbereich von 30 keV bis 150 keV reicht) erzeugt wird. Für die Richtungs-Äquivalentdosis ist sie durch die N-20 gefilterte Röntgenstrahlung der Strahlungsqualitäten mit sehr harter Filterung (siehe ISO 4037-1, ISO 4037-3 und ISO 4037-4) gegeben.

## 6.13 Bezugsstrahlung für Betastrahlung

Für die Richtungs-Äquivalentdosis ist die Bezugsstrahlung für Betastrahlung die durch die Nuklide  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  erzeugte Betastrahlung (siehe ISO 6980-1 und ISO 6980-3).

## 6.14 Ermittlung des Ansprechvermögens bezüglich Äquivalentdosis(leistung)

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

Das Verfahren zur Ermittlung des Ansprechvermögens bezüglich Umgebungs- und Richtungs-Äquivalentdosis(leistung) am Prüfort ist in ISO 4037-3; ISO 4037-4 und ISO 6980-3 festgelegt.

Eine Anleitung für die Aspekte, die beim Aufbau einer Kalibriereinrichtung berücksichtigt werden sollten, sind in ISO 4037-2 und in ISO 6980-2 gegeben.

## 7 Additivität der Anzeige

### 7.1 Anforderungen

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 muss sichergestellt sein, dass die Anzeige additiv im Hinblick auf verschiedenen Strahlungsarten (zum Beispiel Röntgen- und Gammastrahlung oder Gamma- und Betastrahlung) und auf verschiedene Strahlungsenergien und Strahleneinfallswinkel ist. Die relativen Änderung aufgrund der Mischung der Strahlungsarten,  $\Delta G_{\text{mix}}$ , darf  $\pm 0,1$  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.

### 7.2 Prüfverfahren

Bei dieser Prüfung werden die Anzeigen  $G_K$  und  $G_L$  für Einzelbestrahlungen mit den richtigen Dosiswerten  $H_K$  und  $H_L$  bei den zwei Bestrahlungsbedingungen K und L (Strahlungsfelder  $S_K$  und  $S_L$  mit verschiedenen Energien, Einfallswinkeln oder sogar verschiedenen Strahlungsarten) zusammen mit der Anzeige  $G_{K+L}$  für die Mischstrahlungsbedingung K+L mit dem richtigen Wert  $H_{K+L} = H_K + H_L$  bestimmt. Die relative Änderung der Anzeige ergibt sich zu

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

$\Delta G_{\text{mix}}$  muss für jeden Wert von  $H_K$  und  $H_L$  und für jede Kombination der Strahlungsfelder  $S_K$  und  $S_L$  bestimmt werden. Die Verwendung von Computersimulationen ist für diese Prüfung zulässig und wird empfohlen. Eine Voraussetzung für ihre Benutzung 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 Simulation des gesamten Dosimeters zur Bestimmung der Ansprechvermögen jedes Signals für alle Bestrahlungsbedingungen ist nicht zulässig.

ANMERKUNG 1 Die Nichtlinearität der Signale wird in 8.7 behandelt. Deshalb müssen 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, so muss auch die Auswirkung der verschiedenen Dosimeter auf die Signale korrigiert werden.

ANMERKUNG 2 Das Ziel der Benutzung von Simulationsprogrammen ist die Minimierung der Anzahl der Bestrahlungen. Durch die Benutzung von Simulationsprogrammen ist es möglich,  $\Delta G_{\text{mix}}$  für jede Kombination der Strahlungsfelder  $S_K$  und  $S_L$  ohne Durchführung von Bestrahlungen zu bestimmen, sondern durch Benutzung des Auswerteverfahrens.

### 7.3 Bewertung der Ergebnisse

Die relative Änderung der Anzeige,  $\Delta G_{\text{mix}}$ , darf  $\pm 0,1$  nicht überschreiten. In diesem Fall können die Anforderungen von 7.1 als erfüllt angesehen werden.

## 8 Anforderungen und Prüfungen bezüglich Strahlung

### 8.1 Allgemeines

Alle Einflussgrößen, die in diesem Kapitel behandelt werden, werden als vom Typ F angesehen.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen für die Einflussgröße *Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel* werden mit Bezug auf das Bezugs-Ansprechvermögen  $R_0$  unter Bezugsbedingungen (Bezugsstrahlung und  $0^\circ$  Strahleneinfallswinkel, Bezugsdosis und/oder Bezugsdosisleistung und alle anderen Bezugsbedingungen wie in Tabelle 3 angegeben) aufgestellt. Mögliche Bezugsstrahlungen sind in Tabelle 3 angegeben.

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

Wenn ein Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät über mehr als einen Strahlungsdetektor verfügt, um den gesamten Bereich der von dem Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät angezeigten Äquivalentdosen(leistungen) zu erfassen, gelten diese Anforderungen getrennt für die betreffenden Messbereiche jedes Detektors.

## 8.2 Berücksichtigung der Unsicherheit des richtigen Wertes

Die erweiterte ( $k = 2$ ) relative Messunsicherheit  $U_{\text{rel}}$  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  $U_{\text{rel}} \neq 0$  muss die zulässige Änderung des relativen Ansprechvermögens um  $U_{\text{rel}}$  vergrößert werden. Falls mehrere Prüfungen mit der gleichen Strahlungsqualität durchgeführt werden, zum Beispiel bei der Linearität des Ansprechvermögens, muss bei der Vergrößerung der zulässigen Änderung 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.

## 8.3 Modellfunktion

Der Hersteller muss die grundsätzliche Form der Modellfunktion für eine Messung mit dem Dosimeter angeben. Der Hersteller kann das Beispiel der Anmerkung zu 3.18 oder andere Funktionen verwenden. Der Hersteller muss alle Abhängigkeiten zwischen den Variablen der Modellfunktion angeben. Die Variablen sind der Kalibrierfaktor, die relativen Ansprechvermögen und die Abweichungen.

## 8.4 Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung

### 8.4.1 Messgröße $H'(0,07)$ oder $\dot{H}'(0,07)$

#### 8.4.1.1 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 10 keV und 250 keV und Strahleneinfallswinkel zwischen  $0^\circ$  und  $60^\circ$ . Für Strahleneinfallswinkel außerhalb des Nenngebrauchsbereichs bis zu  $\pm 90^\circ$  muss das relative Ansprechvermögen für alle Strahlungsenergien des Nenngebrauchsbereichs vom Hersteller angegeben werden.

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

#### 8.4.1.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss der Bezugspunkt des Dosimeter am Prüfort platziert werden, an dem die Dosis(leistung) bekannt ist. Sofern möglich sind die Photonenstrahlungsqualitäten der „narrow spectrum“-Serie der ISO zu verwenden, andernfalls sind die „low air kerma rate“-Serie oder K-Fluoreszenz-Bezugsstrahlungsqualitäten der ISO zu verwenden.

Grundsätzlich muss das relative Ansprechvermögen für Strahleneinfallswinkel von  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\alpha = \pm 30^\circ$ ,  $\alpha = \pm 45^\circ$ ,  $\alpha = \pm 60^\circ$ ,  $\alpha = \pm 75^\circ$ ,  $\alpha = \pm 90^\circ$  gemessen werden und für  $\alpha = \pm \alpha_{\text{max}}$ , sofern der Nenngebrauchsbereich den Bereich von  $0^\circ$  bis  $\pm 45^\circ$  überschreitet und  $\alpha_{\text{max}}$  nicht in der obigen Liste enthalten ist. Die Messungen müssen in zwei zueinander senkrechten Ebenen durchgeführt werden, die die Vorzugsrichtung durch den Bezugspunkt des Dosimeters beinhalten. In der Praxis können etliche Winkel ausgelassen werden wenn

- die Ansprechvermögen für verschiedene Einfallswinkel ähnlich sind, zum Beispiel bei höheren Energien und

**E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11**

- die Auslegung des Dosimeters und insbesondere der Energiekompensationsfilter keinen Grund für eine nichtmonotone Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens gibt.

Grundsätzlich ist anzustreben, diese Prüfung bei der gleichen Anzeige der Dosis(leistung) für jede Strahlungsqualität durchzuführen. In der Praxis ist dies nicht immer möglich. In diesem Fall ist die Dosis(leistungs)-anzeige für jede Strahlungsqualität bezüglich des relativen Ansprechvermögens bei der angezeigten Dosis(leistung) zu korrigieren (siehe 8.7).

ANMERKUNG 1 Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 4037-1, ISO 4037-2, ISO 4037-3 und ISO 4037-4 angegeben.

ANMERKUNG 2 Aus ISO 4037-1 und ISO 4037-3 ergeben sich für die „narrow spectrum“-Serie typische  $\dot{H}_p(0,07)$ -Dosisleistungen von  $1 \text{ mSv h}^{-1}$  bis  $10 \text{ mSv h}^{-1}$ , wenn der Abstand vom Fokus der Röntgenröhre 1 m und der Röhrenstrom 1 mA beträgt.

#### **8.4.1.3 Bewertung der Ergebnisse**

Alle relativen Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung müssen im Nenngebrauchsbereich im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen. In diesem Fall können die Anforderungen von 8.4.1.1 als erfüllt angesehen werden. Um dies zu erreichen, muss der Nenngebrauchsbereich unter Benutzung der gemessenen Ansprechvermögen entsprechend festgelegt werden. Sofern notwendig, können die Grenzen des Nenngebrauchsbereichs durch lineare Interpolation festgelegt werden.

#### **8.4.2 Messgröße $H^*(10)$ oder $\dot{H}^*(10)$**

##### **8.4.2.1 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  $0^\circ$  und  $60^\circ$ . Für Strahleneinfallswinkel außerhalb des Nenngebrauchsbereichs bis zu  $\pm 90^\circ$  muss das relative Ansprechvermögen für alle Strahlungsenergien des Nenngebrauchsbereichs vom Hersteller angegeben werden.

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

Grundsätzlich ist anzustreben, diese Prüfung bei der gleichen Anzeige der Dosis(leistung) für jede Strahlungsqualität durchzuführen. In der Praxis ist dies nicht immer möglich. In diesem Fall ist die Dosis(leistungs)-anzeige für jede Strahlungsqualität bezüglich des relativen Ansprechvermögens bei der angezeigten Dosis(leistung) zu korrigieren (siehe 8.7).

Falls das Umgebungs-Dosimeter verwendet werden soll, um Dosiswerte in der Nähe kerntechnischer Anlagen zu messen, muss das relative Ansprechvermögen bis 10 MeV vom Hersteller angegeben werden. Das relative Ansprechvermögen in Bezugsrichtung bei hohen Energien muss im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen.

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.

##### **8.4.2.2 Prüfverfahren**

Für diese Prüfung muss der Bezugspunkt des Dosimeter am Prüfort platziert werden, an dem die Dosis(leistung) bekannt ist. Sofern möglich sind die Photonenstrahlungsqualitäten der „narrow spectrum“-Serie und die Gammaquellen  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  und  $^{241}\text{Am}$  der ISO zu verwenden.

Grundsätzlich muss das relative Ansprechvermögen für Strahleneinfallswinkel von  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\alpha = \pm 30^\circ$ ,  $\alpha = \pm 45^\circ$ ,  $\alpha = \pm 60^\circ$ ,  $\alpha = \pm 75^\circ$ ,  $\alpha = \pm 90^\circ$  gemessen werden und für  $\alpha = \pm \alpha_{\max}$ , sofern der Nenngebrauchsbereich den Bereich von  $0^\circ$  bis  $\pm 45^\circ$  überschreitet und  $\alpha_{\max}$  nicht in der obigen Liste enthalten ist. Die Messungen müssen in zwei zueinander senkrechten Ebenen durchgeführt werden, die die Vorzugsrichtung durch den Bezugspunkt des Dosimeters beinhalten. In der Praxis können etliche Winkel ausgelassen werden wenn

- die Ansprechvermögen für verschiedene Einfallswinkel ähnlich sind, zum Beispiel bei höheren Energien und
- die Auslegung des Dosimeters und insbesondere der Energiekompensationsfilter keinen Grund für eine nichtmonotone Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens gibt.

Grundsätzlich ist anzustreben, diese Prüfung bei der gleichen Anzeige der Dosis(leistung) für jede Strahlungsqualität durchzuführen. In der Praxis ist dies nicht immer möglich. In diesem Fall ist die Dosis(leistungs)anzeige für jede Strahlungsqualität bezüglich des relativen Ansprechvermögens bei der angezeigten Dosis(leistung) zu korrigieren (siehe 8.7).

ANMERKUNG 1 Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 4037-1, ISO 4037-2, ISO 4037-3 und ISO 4037-4 angegeben.

ANMERKUNG 2 Aus ISO 4037-1 und ISO 4037-3 ergeben sich für die „narrow spectrum“-Serie typische  $\dot{H}^*(10)$ -Dosisleistungen von  $1 \text{ mSv h}^{-1}$  bis  $10 \text{ mSv h}^{-1}$ , wenn der Abstand vom Fokus der Röntgenröhre 1 m und der Röhrenstrom 1 mA beträgt.

#### 8.4.2.3 Bewertung der Ergebnisse

Alle relativen Ansprechvermögen durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Photonenstrahlung müssen im Nenngebrauchsbereich im Intervall von 0,71 bis 1,67 liegen. In diesem Fall können die Anforderungen von 8.4.2.1 als erfüllt angesehen werden. Um dies zu erreichen, muss der Nenngebrauchsbereich unter Benutzung der gemessenen Ansprechvermögen entsprechend festgelegt werden. Sofern notwendig, können die Grenzen des Nenngebrauchsbereichs durch lineare Interpolation festgelegt werden.

### 8.5 Änderung des Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung

#### 8.5.1 Messgröße $H'(0,07)$ oder $\dot{H}'(0,07)$

##### 8.5.1.1 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  $0^\circ$  und  $45^\circ$ . Für Strahleneinfallswinkel außerhalb des Nenngebrauchsbereichs bis zu  $\pm 60^\circ$  muss das relative Ansprechvermögen für alle Strahlungsenergien des Nenngebrauchsbereichs vom Hersteller angegeben werden. Falls der Nenngebrauchsbereich 0,06 MeV nicht überdeckt, dann muss der Hersteller zusätzlich die Änderung des relativen Ansprechvermögens durch Energie und Strahleneinfallswinkel von Betastrahlung für diese Energie angeben (siehe Tabelle 4).

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

##### 8.5.1.2 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss der Bezugspunkt des Dosimeter am Prüfort platziert werden, an dem die Dosis(leistung) bekannt ist. Es sind die folgenden Prüfstrahlungsqualitäten, die aus der Liste der von der ISO angegebenen Beta-Prüfstrahlungen ausgewählt wurden, zu verwenden.

**E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11**

$^{147}\text{Pm}$  ( $\bar{E} \approx 0,06 \text{ MeV}$ );

$^{204}\text{Tl}$  oder  $^{85}\text{Kr}$  ( $\bar{E} \approx 0,24 \text{ MeV}$ );

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

Grundsätzlich muss das relative Ansprechvermögen für Strahleneinfallswinkel von  $\alpha = 0^\circ$ ,  $\alpha = \pm 30^\circ$ ,  $\alpha = \pm 45^\circ$ ,  $\alpha = \pm 60^\circ$  gemessen werden und für  $\alpha = \pm \alpha_{\max}$ , sofern der Nenngebrauchsbereich den Bereich von  $0^\circ$  bis  $\pm 45^\circ$  überschreitet und  $\alpha_{\max}$  nicht gleich  $60^\circ$  ist. Die Messungen müssen in zwei zueinander senkrechten Ebenen durchgeführt werden, die die Vorzugsrichtung durch den Bezugspunkt des Dosimeters beinhalten. In der Praxis können etliche Winkel ausgelassen werden wenn

- die Ansprechvermögen für verschiedene Einfallswinkel ähnlich sind, zum Beispiel bei höheren Energien und
- die Auslegung des Dosimeters und insbesondere der Energiekompensationsfilter keinen Grund für eine nichtmonotone Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens gibt.

Grundsätzlich ist anzustreben, diese Prüfung bei der gleichen Anzeige der Dosis(leistung) für jede Strahlungsqualität durchzuführen. In der Praxis ist dies nicht immer möglich. In diesem Fall ist die Dosis(leistungs)-anzeige für jede Strahlungsqualität bezüglich des relativen Ansprechvermögens bei der angezeigten Dosis(leistung) zu korrigieren (siehe 8.7).

ANMERKUNG 1 Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 6980-1, ISO 6980-2, und ISO 6980-3 angegeben.

### **8.5.1.3 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 8.5.1.1 als erfüllt angesehen werden. Um dies zu erreichen, muss der Nenngebrauchsbereich unter Benutzung der gemessenen Ansprechvermögen entsprechend festgelegt werden.

### **8.5.2 Messgröße $H^*(10)$ oder $\dot{H}^*(10)$**

#### **8.5.2.1 Anforderungen**

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

#### **8.5.2.2 Prüfverfahren**

Für diese Prüfung muss der Bezugspunkt des Dosimeter am Prüfort platziert werden, an dem die  $H'(0,07)$  oder  $\dot{H}(0,07)$  Dosis(leistung) bekannt ist. Bei  $0^\circ$  Strahleneinfallswinkel wird das Dosimeter mit der folgenden Beta-Prüfstrahlungsqualität exponiert, die in ISO 6980 angegeben ist.

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

ANMERKUNG 1 Einzelheiten der Prüfstrahlungsqualitäten und der Kalibrierverfahren sind in ISO 6980-1, ISO 6980-2, und ISO 6980-3 angegeben.

#### **8.5.2.3 Bewertung der Ergebnisse**

Der Wert der Anzeige der Dosis(leistung) muss kleiner sein als 10 % des Dosis(leistungs)wertes  $H'(0,07)$  oder  $\dot{H}(0,07)$ , mit dem bestrahlt wurde.

## 8.6 Ansprechen auf Neutronenstrahlung

### 8.6.1 Anforderungen

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

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

### 8.6.2 Prüfverfahren

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

ANMERKUNG Einzelheiten der Prüfverfahren für Neutronen-Dosis(leistungs)-Messgeräte sind in IEC 61005 angegeben. Einige von diesen können auch für die hier betrachteten Dosis(leistungs)-Messgeräte angewendet werden.

## 8.7 Linearität und Variationskoeffizient

### 8.7.1 Allgemeines

Die Prüfungen hinsichtlich Linearität (Konstanz des Ansprechvermögens bezüglich Dosis(leistung)) und Variationskoeffizient werden unter Benutzung der selben Messwerte durchgeführt.

Falls die Nachweisverfahren für Photonen- oder Betastrahlung verschieden sind, müssen diese Prüfungen für alle Strahlungsarten getrennt durchgeführt werden.

Für Messgeräte, die die Dosis(leistung) durch natürliche Umgebungsstrahlung messen sollen, siehe Anhang C.

### 8.7.2 Anforderungen

Die Änderung des relativen Dosis(leistungs)-Ansprechvermögens durch Nichtlinearität darf im gesamten Messbereich unter Prüfbedingungen und mit entsprechend den Herstelleranweisungen justierten Kalibrier-einstellern für die gewählte Röntgen-, Gamma-, oder Beta-Bezugsstrahlungsqualität den Bereich von – 9 % bis + 11 % nicht überschreiten.

Der Variationskoeffizient der Dosis(leistungs)anzeige darf die in den Tabellen 4 und 5 gegebenen Grenzen nicht überschreiten.

### 8.7.3 Prüfverfahren

#### a) Prüfstrahlungen

Die Prüfungen sind mit geeigneten Bezugsstrahlungsqualitäten durchzuführen. Für die Umgebungs-Äquivalentdosis(leistung) müssen  $^{137}\text{Cs}$  oder  $^{60}\text{Co}$  verwendet werden und für die Richtungs-Äquivalentdosis(leistung) N-80 oder S-Am für Photonenstrahlung und  $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$  für Betastrahlung. Alle Bestrahlungen der Dosimeter sind in Bezugsrichtung durchzuführen. Hinsichtlich Prüfungen, bei denen die Untergrundstrahlung berücksichtigt werden muss, siehe Anhang C.

Obwohl die erforderliche Bezugsstrahlungsqualität für die Richtungs-Äquivalentdosis die gefilterte Röntgenstrahlung N-80 oder S-Am ist, kann es unpraktikabel sein, diese bei allen Dosis(leistungs)werten zu erzeugen, die für die Prüfungen erforderlich sind. Falls der vollständige Bereiche der für diese Prüfung erforderlichen Dosis(leistungs)werte nicht mit Röntgenstrahlung erzeugt werden kann ist es zulässig, diese durch  $^{137}\text{Cs}$  zu ersetzen, um die Änderung des relativen Ansprechvermögens bei den Dosis(leistungs)werten zu bestimmen, die mit Röntgenstrahlung nicht erzeugt werden können. In diesem Fall muss sichergestellt sein, dass die Änderung des relativen Ansprechvermögens bei mindestens einem gemeinsamen Wert der Dosis(leistung) der Röntgen- und  $^{137}\text{Cs}$ -Bezugsstrahlung bestimmt wurde. Dies

**E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11**

ermöglicht es, die geeignete Korrektur für einen vorhandenen Unterschied im Ansprechvermögen des Detektors bei der  $^{137}\text{Cs}$ -Energie im Vergleich zur Röntgenstrahlung anzubringen.

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

**b) Durchzuführende Prüfungen**

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

**i) Bauartprüfung**

Bei Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten mit im Wesentlichen linearen Skalen muss die Bauartprüfung aus Messungen des relativen Ansprechvermögens bestehen, die in allen Anzeigebereichen des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes und an mindestens drei Punkten jedes Bereichs durchgeführt werden. Es wird empfohlen, diese Punkte auf ca. 20 %, 40 % und 80 % des Skalenendwertes jedes Bereichs zu legen.

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

Sofern der selbe Detektor sowohl für Gamma- als auch für Beta-Bezugsstrahlung verwendet wird, ist es nicht erforderlich, die Messungen an allen Bereichen mit beiden Bezugsstrahlungen durchzuführen, aber in mindestens einem Bereich (oder einer Größenordnung) sind die Messungen sowohl mit den Beta- als auch den Gammabezugsstrahlungen vorzunehmen.

**ii) Stückprüfung**

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

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

**8.7.4 Bewertung der Ergebnisse für Bauartprüfungen**

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  $-9\%$  bis  $+11\%$  nicht überschreitet. Und aus den  $w$  Variationskoeffizienten muss sich ergeben, dass

- für  $w - 2$  Dosis(leistungs)werte die Variationskoeffizienten kleiner sind als das  $c_1$ -fache der in den Tabellen 4 und 5 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 und 5 gegebenen Grenzen.

In diesem Fall können die Anforderungen von 8.7.2 i) 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.

**Tabelle 2 – Werte von  $c_1$  und  $c_2$  für  $w$  verschiedene Dosis(leistungs)werte und  $n$  Anzeigen für jeden Dosis(leistungs)wert**

| $w$ | Wert von $c_1$ für $n$ gleich |       |       |       |       |       |          | Wert von $c_2$ für $n$ gleich |       |       |       |       |       |          |
|-----|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
|     | 4                             | 7     | 10    | 15    | 20    | 25    | $\infty$ | 4                             | 7     | 10    | 15    | 20    | 25    | $\infty$ |
| 5   | 1,000                         | 1,007 | 1,009 | 1,009 | 1,009 | 1,009 | 1        | 1,499                         | 1,400 | 1,344 | 1,290 | 1,255 | 1,231 | 1        |
| 6   | 1,058                         | 1,051 | 1,046 | 1,039 | 1,035 | 1,032 | 1        | 1,572                         | 1,454 | 1,389 | 1,326 | 1,287 | 1,261 | 1        |
| 8   | 1,147                         | 1,117 | 1,100 | 1,084 | 1,074 | 1,067 | 1        | 1,687                         | 1,536 | 1,458 | 1,383 | 1,336 | 1,304 | 1        |
| 10  | 1,215                         | 1,166 | 1,141 | 1,117 | 1,102 | 1,092 | 1        | 1,772                         | 1,597 | 1,508 | 1,423 | 1,372 | 1,335 | 1        |
| 12  | 1,269                         | 1,205 | 1,173 | 1,143 | 1,124 | 1,112 | 1        | 1,840                         | 1,645 | 1,548 | 1,455 | 1,399 | 1,360 | 1        |
| 14  | 1,315                         | 1,238 | 1,200 | 1,164 | 1,142 | 1,128 | 1        | 1,895                         | 1,684 | 1,578 | 1,480 | 1,421 | 1,379 | 1        |
| 16  | 1,351                         | 1,265 | 1,222 | 1,182 | 1,158 | 1,142 | 1        | 1,940                         | 1,716 | 1,605 | 1,502 | 1,440 | 1,396 | 1        |
| 18  | 1,388                         | 1,289 | 1,242 | 1,211 | 1,171 | 1,153 | 1        | 1,980                         | 1,743 | 1,628 | 1,409 | 1,453 | 1,409 | 1        |
| 20  | 1,418                         | 1,311 | 1,259 | 1,233 | 1,183 | 1,164 | 1        | 2,015                         | 1,767 | 1,646 | 1,394 | 1,466 | 1,421 | 1        |
| 25  | 1,483                         | 1,355 | 1,295 | 1,240 | 1,210 | 1,186 | 1        | 2,081                         | 1,812 | 1,683 | 1,563 | 1,445 | 1,444 | 1        |
| 50  | 1,683                         | 1,494 | 1,407 | 1,328 | 1,283 | 1,252 | 1        | 2,275                         | 1,945 | 1,789 | 1,646 | 1,561 | 1,504 | 1        |

### 8.7.5 Bewertung der Ergebnisse für Stückprüfungen

Bestimme den Mittelwert der Anzeigen für jeden Dosis(leistungs)wert.

Aus den Mittelwerten muss sich ergeben, dass die Änderung des relativen Ansprechvermögens auf Grund von Abweichungen von der Konstanz des Ansprechvermögens den Bereich von  $-9\%$  bis  $+11\%$  nicht überschreitet. In diesem Fall können die Anforderungen von 8.7.2 ii) als erfüllt angesehen werden.

#### Äquivalente elektrische Prüfverfahren

Wenn der für die obige Prüfung erforderliche volle Wertebereich der Äquivalentdosis(leistung) mit den vorhandenen Strahlungsquellen nicht bereitgestellt werden kann, ist es zulässig, stattdessen eine entsprechende elektrische Prüfung durchzuführen, um die Änderung des relativen Ansprechvermögens bei den Werten der Äquivalentdosis(leistung), die mit den Strahlungsquellen nicht erreicht werden können, zu ermitteln.

In diesem Fall müssen die Strahlungsquellen mindestens drei Dosis(leistungs)werte erzeugen:

- i) einen Äquivalentdosis(leistungs)wert bei Bezugsbedingungen,
- ii) einen Äquivalentdosis(leistungs)wert bei mindestens 80 % des Maximalwertes des Messbereichs
- iii) und einen Äquivalentdosis(leistungs)wert bei weniger als dem Doppelten der unteren Grenze des Messbereichs.

Falls das Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät mehr als einen Detektor verwendet, müssen die Strahlungsquellen mindestens eine Äquivalentdosis(leistung) für jeden Detektoren bereitstellen.

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

Falls  $G_{r,0}$  die angezeigte Äquivalentdosis(leistung) unter Bezugsbedingungen ist, dann ist ein elektrisches Signal so einzuspeisen, dass es die gleiche Anzeige  $G_{r,0}$  ergibt. Die Stärke dieses Signal sei  $q_{r,0}$ .

## – Entwurf –

### E DIN IEC 60846-1 (VDE 0492-2-1):2006-11

Wenn dann eine weitere Anzeige  $G_e$  durch eine Eingangssignal der Stärke  $q_e$  erzeugt wird, ergibt sich das relative Ansprechvermögen  $r$  aus der Gleichung

$$r_e = \frac{G_e q_{r,0}}{q_e G_{r,0}}$$

und die beobachteten Werte müssen innerhalb der oben angegebenen Grenzen liegen. Wird das elektrische Prüfverfahren angewandt, so ist dies in den beigelegten Unterlagen anzugeben.

## 8.8 Überlastbarkeit

### 8.8.1 Dosismessgeräte

#### 8.8.1.1 Anforderungen

- 1) Das Dosimeter muss Skalenüberschreitung oder Überlastung anzeigen, wenn es mit Dosen oberhalb des Messbereichsendwertes bestrahlt wird. Diese Anforderung gilt für jeden Messbereich.
- 2) Wenn es mit Dosisleistungen oberhalb der vom Hersteller angegebenen maximalen Dosisleistung bestrahlt wird, muss eine Anzeige erfolgen, dass das Gerät nicht in der Lage ist, die korrekte Dosis anzuzeigen.

#### 8.8.1.2 Prüfverfahren

- 1) Das Dosimeter wird einer Dosis von mehr als dem 100fachen des oberer Messbereichsendwertes ausgesetzt, jedoch maximal 50 Sv und minimal 1 Sv. Die zur Erreichung der erforderlichen Dosis verwendete Dosisleistung muss kleiner als die vom Hersteller angegebene höchstzulässige Dosisleistung sein.
- 2) Das Dosimeter wird für 100 s einer Dosisleistung ausgesetzt, die 10 % über der vom Hersteller angegebenen höchstzulässigen Dosisleistung liegt.

#### 8.8.1.3 Bewertung der Ergebnisse

- 1) Die Anzeige muss Skalenüberschreitung anzeigen oder die Überlastungsanzeige muss erfolgen bis die Dosisanzeige zurückgesetzt oder das Dosimeter ausgeschaltet wird. Das Gerät darf nicht vor Ablauf von 30 min nach Beginn der Bestrahlung mit der Prüfdosis zurückgesetzt oder ausgeschaltet werden.
- 2) Es ist sich zu vergewissern, dass entweder die Dosisanzeige innerhalb der in dieser Norm festgelegten Grenzen ist oder eine Fehleranzeige erfolgt. Wenn die Fehleranzeige für die verwendete Dosisleistung nicht erfolgt, ist diese in Schritten von 10 % und jeweiliger Bestrahlungsdauer von 100 s so lange zu erhöhen, bis die Fehleranzeige erfolgt. Unterhalb dieser Dosisleistung muss der Anstieg der Dosisanzeige der jeweiligen Dosisleistung entsprechen.

### 8.8.2 Dosisleistungs-Messgeräte

#### 8.8.2.1 Anforderungen

Das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät muss Skalenüberschreitung oder Überlastung anzeigen, wenn es mit Dosisleistungen oberhalb des Messbereichsendwertes bestrahlt wird. Diese Anforderung gilt für jeden Messbereich.

#### 8.8.2.2 Prüfverfahren

Das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät wird den folgenden Dosisleistungen für 5 min ausgesetzt:

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

### 8.8.2.3 Bewertung der Ergebnisse

Die Anzeige des Äquivalentdosisleistungs-Messgerätes muss während des gesamten Prüfzeitraums Skalenüberschreitung anzeigen oder die Überlastungsanzeige muss erfolgen und es muss innerhalb von 5 min nach Beendigung dieser Prüfung entsprechend den Spezifikationen arbeiten. Diese Prüfung ist in jedem Messbereich durchzuführen.

## 8.9 Einstellzeit

### 8.9.1 Dosismessgeräte

#### 8.9.1.1 Anforderungen

Wenn das Dosimeter einer Dosisleistung ausgesetzt wird, muss es innerhalb von 10 s mindestens 90 %, aber nicht mehr als 110 % der Zunahme bei konstanter Bestrahlung anzeigen.

#### 8.9.1.2 Prüfverfahren

Das Dosimeter wird für 10 s einer Dosisleistung  $\dot{H}$  im Messbereich ausgesetzt, für die die Dosiszunahme mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden kann, zum Beispiel von  $360 \mu\text{Sv h}^{-1}$ . Die Dosisanzeige muss am Ende dieser 10 s um  $9 \text{ s} \cdot \dot{H}$  bis  $11 \text{ s} \cdot \dot{H}$  zugenommen haben, zum Beispiel um  $0,9 \mu\text{Sv}$  bis  $1,1 \mu\text{Sv}$ .

Das Dosimeter wird für 10 s der vom Hersteller angegebenen höchstzulässigen Dosisleistung ausgesetzt. Am Ende dieser 10 s muss die Dosisanzeige um  $0,0025 \{\dot{H}_{\text{lim}}\} \mu\text{Sv}$  bis  $0,0031 \{\dot{H}_{\text{lim}}\} \mu\text{Sv}$  zugenommen haben, wenn  $\{\dot{H}_{\text{lim}}\}$  die vom Hersteller angegebene höchstzulässige Dosisleistung in  $\mu\text{Sv h}^{-1}$  ist.

ANMERKUNG Eine Bestrahlung von 10 s bei einer Dosisleistung von  $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$  ergibt eine Dosis von  $0,0028 \mu\text{Sv}$ .

### 8.9.2 Dosisleistungs-Messgeräte

#### 8.9.2.1 Anforderungen

Die Einstellzeit eines Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerätes muss so sein, dass bei einer plötzlichen oder langsamen Zu- oder Abnahme der Äquivalentdosisleistung die Anzeige den folgenden Wert in weniger als 10 s erreicht:

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

Dabei ist

$\dot{G}_i$  der Startwert der Anzeige und

$\dot{G}_f$  der Endwert der Anzeige.

Die Einstellzeit ist vom Hersteller anzugeben.

Die Zeit von 10 s gilt für Werte von  $\dot{G}_f$  größer als  $1 \mu\text{Sv h}^{-1}$  aber kleiner als  $10 \text{ mSv h}^{-1}$ . Für größere Werte von  $\dot{G}_f$  muss die Zeit 2 s oder weniger betragen.

Zusätzlich muss die Anzeige nach 60 s den Wert  $(1 \pm 0,1) \dot{G}_f$  für alle Werte von  $\dot{G}_f$  erreichen.

### 8.9.2.2 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren darf entweder durch Bestrahlen mit einer geeigneten Quelle ausgeführt werden oder durch Einspeisen eines elektrischen Signals in den Eingang des Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräts.

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

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

Bei Prüflingen mit linearer Anzeige darf als niedrige Dosisleistung Null oder die Umgebungsstrahlung und als obere diejenige genommen werden, die mindestens 80 % vom Vollausschlag in allen Bereichen entspricht.

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

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

Anschließend muss der Prüfling solange dem niedrigen Wert ausgesetzt werden, bis sich eine stabile Anzeige ergibt. Diese Anzeige  $\dot{G}_i$  muss notiert werden.

Darauf muss die Dosisleistung sowohl so schnell wie möglich ( $< 1$  s) und, sofern möglich, langsam ( $> 10$  s) auf den Wert  $\dot{G}_f$  erhöht und die Zeit gemessen werden, die benötigt wird, um die Anzeige zu erreichen, die mit der Formel in 8.9.2.1 angegeben ist.

Das Prüfverfahren mit abnehmender Dosisleistung muss in gleicher Weise mit vertauschten Werten für  $\dot{G}_i$  und  $\dot{G}_f$  durchgeführt werden.

## 8.10 Zusammenhang zwischen Einstellzeit und Zufallsschwankungen

Die Einstellzeit und der Variationskoeffizient der Zufallsschwankungen hängen voneinander ab; die dafür zulässigen Grenzen sind im vorangegangenen Abschnitt angegeben.

Es wird empfohlen, bei hohen Äquivalentdosisleistungen die Einstellzeit soweit wie möglich zu verkürzen, solange die für die Zufallsschwankungen festgelegten Grenzen eingehalten bleiben.

Wenn jedoch die Grenzen von 8.9 mit einer Einstellzeit von weniger als 1 s erreicht werden, wird empfohlen, eher die Zufallsschwankungen zu verringern als die Einstellzeit kürzer als 1 s zu machen.

Wenn ein Äquivalentdosis(leistungs)-Messgerät erlaubt, unter einer Anzahl verschiedener vorgewählter Zufallsschwankungen und/oder Einstellzeiten zu wählen, muss mindestens eine Möglichkeit beiden Forderungen von 8.9.1 und 8.9.2 genügen.

## 8.11 Änderung des Ansprechvermögens durch Dosisleistungsabhängigkeit bei der Dosismessung

### 8.11.1 Allgemeines

Falls die Nachweisverfahren für Photonen- oder Betastrahlung oder für spezielle Energiebereiche dieser Strahlungen verschieden sind, müssen diese Prüfungen für alle Strahlungsarten getrennt durchgeführt werden.