

**DIN IEC 61322
(VDE 0492-2-4)**
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 17.240

Einsprüche bis 2016-05-18

Entwurf

**Strahlenschutz-Messgeräte –
Fest installierte Dosisleistungsmessgeräte, -warneinrichtungen und -
monitore für Neutronenstrahlung mit Energien im Bereich von thermischen
Neutronen bis zu 20 MeV
(IEC 45B/831/CD:2015)**

Radiation protection instrumentation –
Installed dose equivalent rate meters, warning assemblies and monitors for neutrons of energy
from thermal to 20 MeV
(IEC 45B/831/CD:2015)

Instrumentation pour la radioprotection –
Débitmètres à poste fixe, ensembles d'alarme et moniteurs pour rayonnements neutroniques
compris entre l'énergie des neutrons thermiques et 20 MeV
(IEC 45B/831/CD:2015)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-03-18 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-
Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser
Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-
Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in
DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 105 Seiten

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

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

Inhalt	Seite
Nationales Vorwort.....	6
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten	6
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe, Abkürzungen und Formelzeichen, Größen und Einheiten.....	11
3.1 Begriffe	11
3.2 Benennungen der Prüfungen	18
3.3 Abkürzungen und Formelzeichen.....	18
3.4 Größen und Einheiten	18
4 Anforderungen an die Konstruktion.....	19
4.1 Aufbau und Eigenschaften	19
4.1.1 Allgemeines	19
4.1.2 Konfiguration der Anlage	19
4.1.3 Zuverlässigkeit der Anlage	19
4.2 Anzeigeeinrichtungen	20
4.3 Alarmeinrichtungen.....	20
4.3.1 Allgemeines	20
4.3.2 Alarm hoher Stufe.....	21
4.3.3 Alarm niedriger Stufe.....	21
4.3.4 Gerätefehler-Alarm	21
4.4 Externe Einrichtungen	21
4.5 Messbereich	21
4.5.1 Allgemeines	21
4.5.2 Messbereich	22
4.5.3 Zusammenhang zwischen Einstellzeit und Zufallsschwankungen	22
4.5.4 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße	22
4.5.5 Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße	22
4.5.6 IP-Klassifizierung.....	22
4.5.7 Geräteaufschriften und -markierungen	23
5 Allgemeine Prüfverfahren	23
5.1 Prüfanforderungen.....	23
5.2 Prüfungen mit Variation von Einflussgrößen	23
5.2.1 Allgemeines	23
5.2.2 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ F	24

	Seite
5.2.3 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ S	24
5.3 Prüfort.....	24
5.4 Untergrundstrahlung	24
5.5 Statistische Schwankungen	24
5.6 Strahlungsquellen.....	25
5.7 Arbeitsplatz-Neutronenstrahlungsfelder.....	25
5.8 Berücksichtigung von mehreren Detektoren oder Signalen in einem Dosisleistungs- Messgerät.....	25
6 Anforderungen bezüglich Strahlungsnachweis.....	26
6.1 Allgemeines.....	26
6.2 Berücksichtigung der Unsicherheit des richtigen Wertes	26
6.3 Linearität.....	26
6.3.1 Anforderungen	26
6.3.2 Prüfungsdurchführung.....	26
6.3.3 Bauartprüfung	26
6.3.4 Stückprüfung	27
6.3.5 Prüfverfahren unter Benutzung von Quellen.....	27
6.3.6 Prüfverfahren mit Variation des Kalibrierabstandes	27
6.3.7 Äquivalente elektrische Prüfverfahren	27
6.3.8 Bewertung der Ergebnisse der äquivalenten elektrischen Prüfung.....	28
6.4 Änderung des Ansprechvermögens durch Energie der Neutronenstrahlung	28
6.4.1 Allgemeines.....	28
6.4.2 Anforderungen	28
6.4.3 Prüfverfahren	29
6.4.4 Bewertung der Ergebnisse.....	29
6.5 Änderung des Ansprechvermögens durch die Einfallrichtung der Strahlung	30
6.5.1 Allgemeines.....	30
6.5.2 Anforderungen	30
6.5.3 Prüfverfahren	32
6.6 Ansprechvermögen auf andere ionisierende Strahlungen.....	33
6.6.1 Alpha- und Betastrahlung.....	33
6.6.2 Ansprechvermögen bezüglich Photonenstrahlung	33
6.7 Überlastbarkeit	34
6.7.1 Anforderungen	34
6.7.2 Prüfverfahren	34
6.8 Statistische Schwankungen	34
6.8.1 Anforderungen	34
6.8.2 Prüfverfahren	35
6.9 Einstellzeit	35

	Seite
6.9.1 Anforderungen.....	35
6.9.2 Prüfverfahren.....	35
6.10 Drift des Nullpunkts	36
6.10.1 Anforderungen.....	36
6.10.2 Prüfverfahren.....	36
6.11 Anforderungen an den Alarm	36
6.11.1 Anforderungen.....	36
6.11.2 Prüfverfahren.....	36
6.12 Geräte-Fehlalarme	36
6.12.1 Anforderungen.....	36
6.12.2 Prüfverfahren.....	36
6.13 Prüfung hinsichtlich Fehlalarmen	37
6.13.1 Anforderungen.....	37
6.13.2 Prüfverfahren.....	37
6.14 Alarm-Ansprechzeit und Stabilität	37
6.14.1 Anforderungen.....	37
6.14.2 Prüfverfahren.....	37
6.15 Anlaufzeit.....	37
6.15.1 Anforderungen.....	37
6.15.2 Prüfverfahren.....	37
6.16 Versorgungsspannung	38
6.16.1 Anforderungen.....	38
6.16.2 Prüfverfahren.....	38
7 Leistungsmerkmale bezüglich der Umgebungsbedingungen	38
7.1 Allgemeines	38
7.2 Umgebungstemperatur.....	38
7.2.1 Anforderungen.....	38
7.2.2 Prüfverfahren.....	39
7.3 Relative Luftfeuchte.....	39
7.3.1 Anforderungen.....	39
7.3.2 Prüfverfahren.....	39
7.4 IP-Klassifikation	40
7.4.1 Anforderungen.....	40
7.4.2 Prüfverfahren.....	40
8 Mechanische Anforderungen	40
8.1 Allgemeines	40
8.2 Mikrofonie/Stoß	40
8.2.1 Anforderungen.....	40
8.2.2 Prüfverfahren.....	40

9	Elektromagnetische Verträglichkeit.....	41
9.1	Allgemeines.....	41
9.2	Emission elektromagnetischer Strahlung.....	41
9.2.1	Anforderungen	41
9.2.2	Prüfverfahren	41
9.3	Elektrostatische Entladung.....	41
9.3.1	Anforderungen	41
9.3.2	Prüfverfahren	41
9.4	Störungen durch hochfrequente Felder	42
9.4.1	Anforderungen	42
9.4.2	Prüfverfahren	42
9.5	Magnetische Felder.....	42
9.5.1	Anforderungen	42
9.5.2	Prüfverfahren	43
9.6	Anforderungen an Geräte mit Netzversorgung	43
9.6.1	Spannungs- und Frequenzschwankungen	43
9.6.2	Störfestigkeit bezüglich leitungsgeführter Hochfrequenz.....	43
9.6.3	Stoßspannungen und Pulse gedämpfter Sinusschwingungen	44
10	Dokumentation/Begleitpapiere	44
10.1	Bericht über die Bauartprüfung	44
10.2	Prüfschein	45
10.3	Gebrauchsanweisung und Wartungshandbuch.....	45
Anhang A (informativ) Neutronenfluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten		51
Literaturhinweise		54
Bilder		
Bild 1 – Prüfung bezüglich der Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens		31
Bild A.1 – Neutronenfluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten für monoenergetische Neutronen [3].....		52
Tabellen		
Tabelle 1 – Bezugsbedingungen und Standardprüfbedingungen.....		46
Tabelle 2 – Leistungsmerkmale von Umgebungs-Äquivalentdosis(leistungs)-Messgeräten für Neutronenstrahlung		46
Tabelle 3 – Elektrische und umgebungsbezogene Leistungsmerkmale von Umgebungs- Äquivalentdosisleistungs-Messgeräten.....		48
Tabelle 4 – Höchstwerte der Abweichungen bei Störungen durch elektromagnetische Felder		49
Tabelle 5 – Frequenzbereiche für Emissionen.....		49
Tabelle 6 – In dieser Norm benutzte Symbole und Abkürzungen.....		50
Tabelle A.1 – Neutronenfluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten für monoenergetische Neutronen ([3], [6])		51
Tabelle A.2 – Neutronenfluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten für Neutronen-Bezugsstrahlungsquellen ([3] und ISO 8529-3).....		53

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 45B/831/CD:2015 „Radiation protection instrumentation – Installed dose equivalent rate meters, warning assemblies and monitors for neutrons of energy from thermal to 20 MeV“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

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

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

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium GUK 967.3 „Strahlenschutzdosimeter“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de), Gemeinschaftsgremium mit dem DIN-Normenausschuss Radiologie (NAR) zuständig.

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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

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

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

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 60050 (alle Teile)	a	
EN 60529:1991 + A1:2000 + A2:2013	IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2014-09	VDE 0470-1
EN 61000-4-2:2009	IEC 61000-4-2:2008	DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2009-12	VDE 0847-4-2

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 61000-4-3:2006 + A1:2008 + A2:2010	IEC 61000-4-3:2006 + A1:2007 + A2:2010	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2011-04	VDE 0847-4-3
EN 61000-4-5:2014	IEC 61000-4-5:2005 ersetzt durch: IEC 61000-4-5:2014	DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2015-03	VDE 0847-4-5 VDE 0847-4-5
EN 61000-4-6:2014	IEC 61000-4-6:2008 ersetzt durch: IEC 61000-4-6:2013	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2014-08	VDE 0847-4-6
EN 61000-4-8	IEC 61000-4-8	DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8)	VDE 0847-4-8
EN 61000-4-12	IEC 61000-4-12	DIN EN 61000-4-12 (VDE 0847-4-12)	VDE 0847-4-12
EN 61187:1994	IEC 61187:1993, mod.	DIN EN 61187	—
—	IEC/TR 62461	DIN IEC/TR 62461 (VDE 0493-1000)	VDE 0493-1000
—	IEC 62706	—	—
—	ISO 4037-1:1996	—	—
—	ISO 4037-2:1997	—	—
—	ISO 4037-3:1999	—	—
—	ISO 8529-1:2001	—	—
—	ISO 8529-2:2000	—	—
—	ISO 8529-3:1998	—	—
—	ISO 12789-1:2008	DIN ISO 12789-1:2013-01	—
—	ISO 12789-2:2008	DIN ISO 12789-2:2013-01	—
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)* (IEC 60529:1989 + A1:1999 + A2:2013); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000 + A2:2013

DIN EN 61000-4-2 (VDE 0847-4-2):2009-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität* (IEC 61000-4-2:2008); Deutsche Fassung EN 61000-4-2:2009

E DIN IEC 61322 (VDE 0492-2-4):2016-04

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2011-04, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:2006 + A1:2007 + A2:2010); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2006 + A1:2008 + A2:2010*

DIN EN 61000-4-5 (VDE 0847-4-5):2015-03, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (IEC 61000-4-5:2014); Deutsche Fassung EN 61000-4-5:2014*

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2014-08, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:2013); Deutsche Fassung EN 61000-4-6:2014*

DIN EN 61000-4-8 (VDE 0847-4-8), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-8: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen*

DIN EN 61000-4-12 (VDE 0847-4-12), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-12: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen gedämpfte Sinusschwingungen (Ring wave)*

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

DIN IEC/TR 62461 (VDE 0493-1000), *Strahlenschutz-Messgeräte – Bestimmung der Unsicherheit beim Messen*

DIN ISO 12789-1:2013-01, *Referenzstrahlungsfelder – Simulierte Arbeitsplatz-Neutronenfelder – Teil 1: Eigenschaften und Erzeugungsverfahren*

DIN ISO 12789-2:2013-01, *Referenzstrahlungsfelder – Simulierte Arbeitsplatz-Neutronenfelder – Teil 2: Grundlagen der Kalibrierung mit Bezug auf Grundgrößen (ISO 12789-2:2008)*

**Strahlenschutz-Messgeräte –
Fest installierte Dosisleistungsmessgeräte, -warneinrichtungen und -
monitore für Neutronenstrahlung mit Energien im Bereich von thermischen
Neutronen bis zu 20 MeV**

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für Geräte zur Messung der durch Neutronenstrahlung erzeugten Umgebungs-Äquivalentdosisleistung in Feldern, die Neutronen mit Energien unterhalb 20 MeV beinhalten, wobei das Gerät mindestens folgende Teile umfasst:

- a) eine Detektoranordnung, die z. B. aus einer Detektorsonde für thermalisierte Neutronen bestehen kann, sowie einer Anordnung aus moderierenden und absorbierenden Materialien, die den Detektor umgeben;
- b) eine Messanordnung mit einem Display für das Messergebnis; diese kann mit dem Detektor in einem Gesamtgerät eingebaut oder mit ihm mit einem flexiblen Kabel verbunden sein.

Geräte mit einem Energiebereich bis zu 20 MeV sind von dieser Norm abgedeckt.

Wenn das Gerät in einer Einrichtung mit einem Teilchenbeschleuniger verwendet wird, kann es notwendig sein, Neutronen mit Energien über 20 MeV zu messen. Wenn Neutronen mit Energien über 20 MeV gemessen werden müssen, kann der Energiebereich in Absprache mit dem Käufer erweitert werden.

In dieser Internationalen Norm sind keine Prüfverfahren bezüglich der Anforderungen an die Leistungsmerkmale angegeben, wenn diese Geräte in gepulsten Strahlungsfeldern verwendet werden sollen. Es ist daher zu beachten, dass ein Gerät zur Verwendung in solchen Feldern ungeeignet sein kann, obwohl es dieser Norm entspricht.

Zweck dieser Internationalen Norm ist, die Leistungsmerkmale von Neutronen-Äquivalentdosisleistungsmessgeräten festzulegen, und Prüfverfahren zu beschreiben, die anzuwenden sind, um die Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm zu zeigen. Diese Norm legt allgemeine Merkmale, allgemeine Prüfverfahren, Merkmale bezüglich Strahlung, elektrische, mechanische sowie auf Sicherheit und Umgebung bezogene Merkmale und auch die zur Identifikation dienenden Bescheinigungen (siehe 10.2) fest. Anforderungen und Prüfverfahren sind auch für die Eigenschaften bezüglich Alarm für Äquivalentdosisleistungsmessgeräte angegeben, die mit Alarmeinrichtungen versehen sind.

ANMERKUNG Anordnungen dieser Art werden gewöhnlich als Ortsdosisleistungs-Überwachungssysteme bezeichnet. Sie werden üblicherweise verwendet, um die radiologische Situation an Arbeitsbereichen zu überwachen, an denen das Strahlungsfeld zeitlichen Änderungen unterliegt, zum Beispiel in Kernkraftwerken, an Teilchenbeschleunigern, in Laboratorien für hochaktive Quellen, in Fabriken zur Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen usw., und um Alarm auszulösen, wenn das Strahlungsfeld vorherbestimmte Grenzwerte überschreitet.

Diese Internationale Norm ist auch für ortsfeste Äquivalentdosisleistungsmessgeräte anwendbar, die für spezielle Anwendungen konstruiert sind (z. B. für sehr hohe Dosisleistungen). Entsprechend den speziellen Eigenschaften dieser Geräte müssen dann jedoch einige Anforderungen geändert oder angepasst werden.

Diese internationale Norm ist nicht auf Kritikalitäts-Überwachungsgeräte oder Geräte, die für Kontroll-Zwecke Informationen über Betriebsparameter von Kernkraftwerken angeben, anwendbar.

Diese Internationale Norm legt sowohl grundlegende Anforderungen, allgemeine Prüfverfahren, Eigenschaften bezüglich Strahlung, bezüglich elektrischer Kennwerte und bezüglich Umgebungseinflüssen fest, als auch die Bescheinigung zur Identifikation der Geräte wie in dem Anwendungsbereich angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050 (all parts): International Electrotechnical Vocabulary (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures – IP Code*

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measuring techniques – Electrostatic discharge test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measuring techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

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

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

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

IEC 61000-4-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-12: Testing and measuring techniques – Ring wave immunity test*

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

IEC TR 62461- Radiation protection instrumentation – Determination of uncertainty in measurement

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

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 from 8 keV to 1,3 MeV and 4 MeV to 9 MeV*

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

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

ISO 8529-2:2000, *Reference neutron radiations – Part 2: Calibration fundamentals of radiation protection devices related to the basic quantities characterizing the radiation field*

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

ISO 12789:2008, *Reference radiation fields – Simulated workplace neutron fields*
Part 1: Characteristics and methods of production
Part 2: Calibration fundamentals related to basic quantities

3 Begriffe, Abkürzungen und Formelzeichen, Größen und Einheiten

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen von IEC 60050-395 sowie die folgenden Begriffe und Definitionen.

ANMERKUNG Um die Sätze klarer zu formulieren und den Text zu kürzen wird in dieser Norm der Begriff „Neutronen-Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Messgerät“ als „Neutronen-Dosisleistungs-Messgerät“ abgekürzt. Wann immer der Begriff „Neutronen-Dosisleistungs-Messgerät“ in dieser Norm erscheint ist damit „Neutronen-Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Messgerät“ gemeint.

ANMERKUNG Anforderungsgrad: In dieser Norm sind Anforderungen wie folgt definiert

- das Wort „muss“ (en: shall) bezeichnet eine verpflichtende Anforderung (sofern anwendbar ist eine einschränkende Angabe enthalten, sofern zulässige Abweichungen möglich sind);
- das Wort „sollte“ (en: should) bezeichnet eine Anforderung, die für eine Übereinstimmung mit dieser Norm nicht verpflichtend ist, die aber stark empfohlen wird;
- das Wort „kann“ (en: may) bezeichnet eine zulässige Methode oder ein Beispiel für eine gute Praxis.

3.1.1

Neutronenfluenz

Φ

(en: neutron fluence)

Quotient dN durch da , dabei ist dN die Anzahl von Neutronen, die in eine Kugel mit der Querschnittsfläche da eintreten

Fehler! Es ist nicht möglich, durch die Bearbeitung von Feldfunktionen Objekte zu erstellen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der Neutronenfluenz ist m^{-2} .

3.1.2

Neutronenflussdichte

Fehler! Es ist nicht möglich, durch die Bearbeitung von Feldfunktionen Objekte zu erstellen.
(en: neutron fluence rate (flux density))

Quotient $d\Phi$ durch dt , dabei ist $d\Phi$ die Änderung der Teilchenfluenz im Zeitintervall dt :

$$\dot{\Phi} = \frac{d\Phi}{dt}$$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einheit der Neutronenflussdichte ist $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

3.1.3

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 [1], [2], [3]

Anmerkung 1 zum Begriff Ein Messgerät, das ein isotropes Ansprechvermögen hat und zur Anzeige von $H^*(10)$ kalibriert ist, misst $H^*(10)$ in einem Strahlungsfeld, dass über den Bereich der Abmessungen des Messgerätes gleichförmig ist.

3.1.4

Umgebungs-Äquivalentdosisleistung

$\dot{H}^*(10)$

(en: ambient dose equivalent rate)

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

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

3.1.5

Neutronenfluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizient

h_ϕ

(en: neutron fluence-to-ambient dose equivalent conversion coefficient)

Quotient Neutronen-Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ durch Neutronenfluenz ϕ , bestimmt an einem Punkt im Strahlungsfeld ohne Störung durch das zu bestrahlende Objekt

$$h_\phi = \frac{H^*(10)}{\phi}$$

Anmerkung 1 zum Begriff Die Konversionskoeffizienten sind im Anhang A angegeben.

3.1.6

Neutronen-Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Messgerät

(en: neutron ambient dose equivalent rate meter)

Messanordnung, die zur Messung der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung durch Neutronenstrahlung bestimmt ist

3.1.7

Neutronen-Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Warneinrichtung

(en: neutron ambient dose equivalent rate warning assembly)

eine Messanordnung, die zur sichtbaren oder akustischen Warnung bestimmt ist, dass die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung durch Neutronenstrahlung einen vorher festgelegten Wert überschreitet, oder dass der Messwert nicht innerhalb vorher festgelegter Grenzen liegt.

3.1.8

Prüfört für ein Äquivalentdosisleistungs-Messgerät

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

Punkt, an dem der richtige Wert ermittelt ist und an den der Bezugspunkt des Äquivalentdosisleistungs-Messgerätes für Kalibrier- und Prüfzwecke gebracht wird

Anmerkung 1 zum Begriff Für alle Prüfungen, die unter Verwendung von Strahlung erfolgen, wird der Bezugspunkt der Messanordnung in der vom Hersteller angegebenen Orientierung an den Prüfört gebracht. Eine Ausnahme ist die Prüfung der Abhängigkeit des Ansprechvermögens von der Strahleneinfallrichtung.

3.1.9

Kalibrierabstand

(en: calibration distance)

Abstand zwischen dem Bezugspunkt der Messanordnung und dem Mittelpunkt der Kalibrierquelle

3.1.10

Bezugspunkt einer Messanordnung

(en: reference point of an assembly)

Markierung auf der Messanordnung, die benutzt wird, um sie für Zwecke der Kalibrierung am Prüfört zu positionieren. Diese Markierung ist üblicherweise entweder die geometrische Mitte des Detektors oder seine effektive Mitte

Anmerkung 1 zum Begriff Der effektive Bezugspunkt einer Messanordnung liegt in einer vom Hersteller für eine spezifizierte Energie angegebenen Entfernung vom Bezugspunkt der Messanordnung. Er wird benutzt, um die Messanordnung an dem Punkt zu positionieren, an dem der richtige Wert der Messgröße bekannt ist.

3.1.11

Vereinbarter Wert

Richtiger Wert

H_t

(en: conventional true value)

Größenwert, der durch Vereinbarung einer Größe für einen bestimmten Zweck zugeordnet wird

Anmerkung 1 zum Begriff In diese Norm ist die Größe die Äquivalentdosisleistung.

Anmerkung 2 zum Begriff Manchmal ist ein vereinbarter Wert ein Schätzwert eines wahren Werts.

Anmerkung 3 zum Begriff Von einem vereinbarten Wert wird üblicherweise erwartet, dass er eine angemessen kleine Messunsicherheit hat, die auch null sein kann.

3.1.12

Anzeige

H_i

(en: indicated value)

Wert, der von der (digitalen) Anzeige des Dosisleistungs-Messgerätes in Einheiten der Äquivalentdosisleistung ausgegeben wird

3.1.13

Neutronen-Äquivalentdosis-Ansprechvermögen

R_H

(en: neutron dose equivalent response)

Verhältnis, angegeben durch folgende Beziehung unter festgelegten Bedingungen

$$R_H = \frac{R_\phi}{h_\phi}$$

Dabei ist

R_ϕ das Ansprechvermögen bezüglich Neutronenfluenz (siehe Definition 3.1.14) und

h_ϕ der Fluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizient (siehe Definition 3.1.5).

3.1.14

Neutronenfluenz-Ansprechvermögen

R_ϕ

(en: neutron fluence response)

unter festgelegten Bedingungen durch folgende Beziehung gegebene Verhältnis

$$R_\phi = \frac{M}{\phi}$$

Dabei ist

M die Anzeige des Prüflings (Dosisleistungsmessgeräts) für die Neutronenfluenz und

ϕ der richtige Wert der Neutronenfluenz, mit der das Gerät exponiert wurde.

Anmerkung 1 zum Begriff Die Einheit des Neutronenfluenz-Ansprechvermögens ist m^2 .

3.1.15

Bezugs-Ansprechvermögen

R_r

(en: reference response)

Ansprechvermögen für einen Referenzwert der Messgröße unter Bezugsbedingungen

$$R_r = \frac{H_r}{H_t}$$

Dabei ist

H_r die zugehörige Anzeige der Messgröße unter Bezugsbedingungen und

H_t der richtige Wert (3.1.11) unter Bezugsbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff Das Bezugs-Ansprechvermögen ist der Kehrwert des Bezugs-Kalibrierfaktors.

Anmerkung 2 zum Begriff Die Referenzwerte für die Dosisleistung sind in Tabelle 1 angegeben.

3.1.16

relatives Ansprechvermögen

r

(en: relative response)

Quotient Ansprechvermögen R (3.1.14) durch Bezugs-Ansprechvermögen R_r (3.1.15)

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

3.1.17

Ansprechvermögen einer Strahlungs-Messanordnung

R

(en: response of a radiation measuring assembly)

unter festgelegten Bedingungen durch folgende Beziehung gegebene Verhältnis:

$$R = \frac{H_i}{H_t}$$

Dabei ist

H_i die mit dem Prüfling gemessene Anzeige der Größe (3.1.12) und

H_t der richtige Wert dieser Größe (3.1.11).

3.1.18

relative Abweichung einer Anzeige

R

(en: relative error of an indication)

Die relative Abweichung, *I*, einer Anzeige einer Messanordnung ist das als Prozentwert gegebene Verhältnis:

$$I(\%) = \frac{\dot{H}_i - \dot{H}_t}{\dot{H}_t} \times 100$$

3.1.19

relative Eigenabweichung (eines Messgeräts)

R

(en: relative intrinsic error)

die relative Abweichung der Anzeige einer Messanordnung bezogen auf eine Größe unter spezifizierten Bezugsbedingungen bei einer spezifizierten Bezugsstrahlung

3.1.20

Variationskoeffizient

v

(en: coefficient of variation)

Quotient der experimentellen Standardabweichung *s* durch arithmetischen Mittelwert $\bar{H}$ einer Reihe von *n* Anzeigen H_j , gegeben durch folgende Gleichung:

$$v = \frac{s}{\bar{H}} = \frac{1}{\bar{H}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (H_j - \bar{H})^2}$$

3.1.21

Messbereich

(en: effective range of measurement)

Wertebereich der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung, in dem die Leistungsmerkmale eines Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Messgerätes die Anforderungen dieser Norm erfüllen

3.2.22

Hersteller

(en: manufacturer)

Entwickler und Verkäufer der Einrichtung

3.2.23

Käufer

(en: purchaser)

Benutzer (Bediener) der Einrichtung

3.2.24

Größenordnung

(en: order of magnitude)

Messbereich oder zu messende Niveaus, die sich um etwa einen Faktor zehn für eine Größenordnung, einhundert für zwei Größenordnungen, tausend für drei Größenordnungen usw., unterscheiden

3.1.25

Alarm

(en: alarm)

akustisches, optisches oder ein anderes Signal, das aktiviert wird, wenn die Geräteanzeige einen Schwellwert überschreitet oder aus einem eingestellten Bereich heraus fällt, wenn das Gerät nicht in der Lage ist, ordnungsgemäß zu funktionieren (Komponentenausfall), oder wenn das Messgerät die Anwesenheit einer Strahlungsquelle gemäß voreingestellten Bedingungen detektiert

3.1.26

Strahlungs-Nulleffekt

(en: background level)

Strahlungsfeld, in dem das Messgerät bestimmungsgemäß arbeiten soll, einschließlich des durch natürlich vorkommendes radioaktives Material und kosmische Strahlung erzeugten Strahlungsfeldes

3.1.27

Abweichung

D

(en: deviation)

Differenz zwischen den angezeigten Werten eines Äquivalentdosisleistungs-Messgerätes für gleiche Werte der Messgröße, die unter Bezugsbedingungen und unter Einwirkung einer Einflussgröße bestimmt wurden

$$D = H_i - H_r$$

Dabei ist

H_i die Anzeige bei Wirkung der Einflussgröße und

H_r die Anzeige bei Bezugsbedingungen.

Anmerkung 1 zum Begriff Die Abweichung kann positiv oder negativ sein, entsprechend wird die Anzeige vergrößert oder verkleinert.

Anmerkung 2 zum Begriff Die Abweichung ist von besonderer Bedeutung bei Einflussgrößen vom Typ S.

3.1.28

Einflussgröße

(en: influence quantity)

Größe, die nicht Messgröße ist, jedoch das Messergebnis beeinflusst

Anmerkung 1 zum Begriff Zum Beispiel die Temperatur einer Messschraube zur Längenmessung.

Anmerkung 2 zum Begriff Sofern die Auswirkung einer Einflussgröße auf das Ergebnis einer Messung von einer anderen Einflussgröße abhängt, werden diese Einflussgrößen als eine einzige Einflussgröße behandelt.

3.1.29

Einflussgröße vom Typ F

(en: influence quantity of type F)

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

Anmerkung 1 zum Begriff Ein Beispiel ist Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel.

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

3.1.30

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 zum Begriff Ein Beispiel ist die elektromagnetische Störung.

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

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

3.1.31

untere Grenze des Messbereichs

$\dot{H}_0$

(en: lower limit of effective range of measurement)

kleinster Dosisleistungswert, der im Messbereich enthalten ist

3.1.32

maximal mögliche Äquivalentdosis für Dosisleistungs-Messgeräte

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

(en: maximum dose equivalent for dose rate meters)

vom Hersteller angegebene Dosis, unterhalb derer die Auswirkung der Dosisleistung auf die Dosisleistungsanzeige innerhalb gegebenen Grenzen bleibt

3.1.33

Messwert

M

(en: measured value)

Wert, der aus der Anzeige H_i durch Anwendung der Modellfunktion für die Messung bestimmt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff Die Modellfunktion wird für die Bestimmung der Unsicherheit des Messwertes gemäß GUM (siehe JCGM 100:2008 [4], 3.1.6, 3.4.1 und 4.1) benötigt.

Anmerkung 2 zum Begriff Im Folgenden wird ein Beispiel einer Modellfunktion angegeben. Es verbindet die Anzeige H_i mit dem Bezugs-Kalibrierfaktor N_0 , der Korrektur für Nichtlinearität r_n , den l Abweichungen D_p ($p = 1..l$) für Einflussgrößen vom Typ S und den m relativen Ansprechvermögen r_q ($q = 1..m$) für Einflussgrößen vom Typ F:

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

Anmerkung 3 zum Begriff 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 zum Begriff Falls notwendig kann eine andere Modellfunktion verwendet werden, die die Bauart des gegebenen Dosisleistungs-Messgerätes besser beschreibt.

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

3.1.34

Mindest-Nenngebrauchsbereich

(en: minimal rated range of use)

kleinster vorgegebener Bereich einer Einflussgröße oder eines Geräteparameters, in dem das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät innerhalb der spezifizierten Grenzen arbeiten muss, um diese Norm zu erfüllen.

Anmerkung 1 zum Begriff Die Mindest-Nenngebrauchsbereiche für die in dieser Norm behandelten Einflussgrößen sind in der zweiten Spalte der Tabellen 2, 3 und 4 angegeben.

3.1.35

Linearität

(en: linearity)

Variation des Wertes des (relativen) Ansprechvermögens als Funktion der zu messenden Dosisleistung

3.1.36

Größenwert der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung

(en: quantity value of ambient dose equivalent rate)

besten Schätzwert für den wahren Wert der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $H_t^*(10)$ bei der Kalibrierung der Messanordnung. 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

Anmerkung 1 zum Begriff Primär- oder Sekundärnormale für Neutronenstrahlung beziehen sich üblicherweise auf die Flussdichte. Für die Konversion der Flussdichte in den richtigen Wert der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung müssen die im Anhang A angegebenen, dazugehörigen Fluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionsfaktoren verwendet werden.

3.1.37

Nenngebrauchsbereich eines Äquivalentdosisleistungs-Messgeräts

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

Bereich einer Einflussgröße oder eines Geräteparameters, in dem das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät innerhalb der angegebenen Fehlergrenzen arbeitet. Er wird begrenzt durch den größten und kleinsten Wert des Nenngebrauchsbereiches

3.1.38

Bezugsrichtung

(en: reference direction)

Richtung im Koordinatensystem des Dosisleistungs-Messgeräts, bezüglich der der Winkel der Einfallrichtung der einfallenden Strahlung in unidirektionalen Feldern gemessen wird

[QUELLE: ISO 8529-3:1998, 3.2.7]

3.1.39

Bezugsnormal

(en: reference standard)

Normal, im Allgemeinen von der höchsten verfügbaren Genauigkeit an einem betrachteten Ort oder bei einer Organisation, von dem dort Messungen abgeleitet werden

[QUELLE: IEC 60050-395:2014, 395-03-113]

3.1.40

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

[QUELLE: ISO 4037-3:1999, 3.2.3 modifiziert]

3.1.41

Prüfwerte

(en: standard test values)

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

Anmerkung 1 zum Begriff Bei Prüfbedingungen haben alle Einflussgrößen und Geräteparameter ihre Prüfwerte.

3.2 Benennungen der Prüfungen

3.2.1

Eignungsprüfungen

(en: qualification tests)

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

Anmerkung 1 zum Begriff Eignungsprüfungen werden durchgeführt, um zu zeigen, dass die Anforderungen einer Leistungsbeschreibung erfüllt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff Eignungsprüfungen werden weiter in Bauartprüfungen und Stückprüfungen unterteilt.

3.2.2

Bauartprüfungen

Typprüfungen

(en: type tests)

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

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.2.3

Stückprüfungen

(en: routine tests)

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

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-16-17]

3.2.4

Abnahmeprüfungen

(en: acceptance tests)

vertragsmäßige Prüfungen, die dem Kunden den Nachweis erbringen, dass das Gerät gewisse Bedingungen seiner Spezifikation einhält

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23, modifiziert]

3.2.5

Zusatzprüfungen

(en: supplementary tests)

Prüfungen, um zusätzliche Informationen über Merkmale der Messanordnungen zu erhalten

3.3 Abkürzungen und Formelzeichen

Abkürzungen und Formelzeichen sind in Tabelle 6 angegeben.

3.4 Größen und Einheiten

In dieser Norm werden die Einheiten des Internationalen Systems (SI) verwendet¹⁾. Die Definitionen der Strahlungsgrößen und der dosimetrischen Begriffe sind in IEC 60050-395 angegeben. Die entsprechenden alten Einheiten (nicht im SI enthalten) sind in Klammern angegeben.

Dennoch können die folgenden Einheiten ebenfalls verwendet werden:

- Für die Energie: Elektronenvolt (Einheitenzeichen: eV). $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$;
- Für die Zeit: Tag (Einheitenzeichen: d), Stunde (Einheitenzeichen: h), Minute (Einheitenzeichen: min).

¹⁾ International Bureau of Weights and Measures: The International System of Units, 8th edition, 2006.

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

4 Anforderungen an die Konstruktion

4.1 Aufbau und Eigenschaften

4.1.1 Allgemeines

Geräte können als eine einzelne Anordnung (Überwachungs-Anordnung) ausgelegt sein, bei der die Detektor-Anordnung in der Überwachungs-Anordnung enthalten ist oder räumlich an sie angrenzt oder der Detektor ist von der übrigen Einrichtung abgesetzt.

Die Detektor-Anordnung (Detektor und die zugehörigen Elektronik-Komponenten) kann von jeder Verarbeitungs-Anordnung (Elektronik) und der Anzeige und der Alarm-Anordnung abgesetzt sein.

Es ist wünschenswert, dass alle diese Optionen mit einer einzigen Konstruktion des Gerätes ermöglicht werden, und dass es die Auslegung erlaubt, alternative Detektor-Typen mit der gleichen Anzeige- und Alarm-Anordnung zu verwenden.

4.1.2 Konfiguration der Anlage

Die Bauart der in dieser Norm definierten Anlage besteht im Allgemeinen aus bis zu vier Arten von Anordnungen, die untereinander in einer Anzahl von Konfigurationen verbunden sein können.

Diese Anordnungen sind:

- Detektor-Anordnung (DA)
- Verarbeitungs-Anordnung (PA)
- Alarm-Anordnung (AA)
- Überwachungs-Anordnung (MA)

Die Auslegung der Anlage muss die praktische Nutzung der Anordnungen berücksichtigen, unter Beachtung, dass sie für die Messung von Strahlungsfeldern benötigt werden können, die in Bezug auf ihren Ort aus verschiedenen Winkeln einfallen können.

Sofern die Anordnungen in starken Neutronenfeldern benutzt werden sollen, muss die Detektor-Anordnung aus Material konstruiert sein, das den Effekt der Neutronenaktivierung minimiert.

Die Detektor-Anordnung sollte aus glattem und nicht porösem Material konstruiert sein, um die Möglichkeit einer Kontamination zu verringern, und die Dekontamination durch geeignete Konstruktion erleichtern.

4.1.3 Zuverlässigkeit der Anlage

Die erforderliche funktionale Zuverlässigkeit muss entweder quantitativ spezifiziert werden (mittlere fehlerfreie Betriebszeit) oder qualitativ (Übereinstimmung mit einem einzelnen Ausfallkriterium).

Für jedes Teil der Anlage (einschließlich eventuell vorhandener Einrichtung zur Probennahme) müssen die folgenden Anforderungen erreicht werden, sofern die fachgerecht geplante Wartung eingehalten wird:

- MTBF (mittlere fehlerfreie Betriebszeit) (en: Mean Time Between Failure): > 20 000 h (bei vorsorgender Wartung)

In bestimmten Fällen kann es erforderlich sein, dass die Anlage an Orten eingesetzt wird, an denen mit seismischen Störungen gerechnet werden muss. Jede Anforderung an die Anlage bezüglich des Betriebes unter solchen Bedingungen muss zwischen Hersteller und Käufer abgesprochen werden, zusammen mit allen etwaigen zusätzlichen Prüfanforderungen.

Sofern radioaktive Quellen zur Anlage gehören, müssen diese Quellen und die Aufschriften auf dem Gerät den einschlägigen internationalen und nationalen Regelungen in Bezug auf radioaktives Material entsprechen.

Die Zeitspanne, für die die jeweilige radioaktive Quelle ihre Funktion erfüllen kann, muss vom Hersteller angegeben werden und darf nicht weniger als 5 Jahre betragen. Ausnahmen sind möglich, wenn die Position der Quelle justiert werden kann, um die Halbwertszeit der Quelle zu berücksichtigen. In diesen Fällen darf eine Justierung nicht häufiger als einmal pro Jahr erforderlich sein.

4.2 Anzeigeeinrichtungen

Die Verarbeitungs-Anordnung muss über eine lokale Anzeige und einen hörbaren und sichtbaren lokalen Alarm verfügen. Die Anforderungen an den hörbaren und sichtbaren Alarm müssen den Absprachen zwischen Hersteller und Käufer entsprechen. Die Anlage muss über die Möglichkeit verfügen, Anzeige und Alarmer an entfernte Orte zu übertragen. Das Anlagenverhalten muss unabhängig von dem jeweiligen Betriebszustand sein und darf nicht von Ausfällen der abgesetzten Anlagenteile beeinflusst werden. Zusätzlich kann eine Einrichtung vorhanden sein, mit der eine Verbindung zu einem lokalen Kurvenschreiber möglich ist.

Die bevorzugte Anzeige der Verarbeitungs-Anordnung sollte ein Messgerät mit analoger logarithmischer Anzeige, mit einer Skalenlänge von mindestens 20 mm pro Dekade und mit einer geeigneten Skalenteilung sein. Eine digitale Anzeige kann verwendet werden, sofern eine eindeutige Anzeige der Skalen gewährleistet ist. Bei einer Verarbeitungs-Anordnung mit linearen Skalen darf das Verhältnis von aufeinanderfolgenden Skalen den Faktor 10 nicht überschreiten.

Für den Messbereich der Anlage muss folgendes gelten:

- Bei Verarbeitungs-Anordnungen mit linearen Skalen muss der Messbereich zwischen 10 % und 100 % jedes Bereiches liegen.
- Bei Verarbeitungs-Anordnungen mit logarithmischer Skala muss der Messbereich zwischen dem 1,5-fachen der niedrigsten Dosisleistungs-Markierung und dem Vollausschlag liegen.
- Bei Verarbeitungs-Anordnungen mit digitaler Skala muss der Messbereich bei der zweitniedrigsten Größenordnung beginnen (das bedeutet zwei Stellen werden angezeigt) und bis zur höchstmöglichen Anzeige reichen.

4.3 Alarmeinrichtungen

4.3.1 Allgemeines

Messanordnungen, die Auslösestromkreise zur Verfügung stellen, müssen, sofern möglich, „ausfallsicher“ ausgelegt sein, das bedeutet, dass sie so ausgelegt sind, dass bei Unterbrechung oder Fehlern der Stromversorgung oder bei Fehlern von Komponenten, die zum Verlust der Signale führen, eine Aktivierung der Auslösestromkreise erfolgt, um einen Alarm auszulösen. Ein Ausfall der Stromversorgung sollte den Alarm nicht deaktivieren. Eine Anzeige des Ausfalls der Stromversorgung muss vorhanden sein.

Die Alarmschaltkreise müssen so betrieben werden können, dass sie entweder den Alarmzustand aktiviert halten bis er mittels einer speziellen Funktion zum Zurücksetzen deaktiviert wird, oder er automatisch zurückgesetzt wird, sofern der Alarmzustand erlischt. Die beiden Betriebsweisen müssen durch einfache Änderung bei allen Geräten zur Verfügung stehen.

Alle Alarmfunktionen müssen mit Prüfeinrichtungen versehen sein, um die Funktion des Alarms prüfen zu können. Für den Fall eines einstellbaren Alarms muss die Prüfung im gesamten Einstellbereich möglich sein, wobei die aktuelle Alarmschwelle angezeigt werden muss.

Die folgenden Einrichtungen müssen normaler Weise zur Verfügung gestellt werden.

4.3.2 Alarm hoher Stufe

Es sollte mindesten ein Alarm hoher Stufe zur Verfügung stehen. Die Alarmschwellen können fest oder einstellbar sein. Jeder Alarm muss innerhalb einer Sekunde ausgelöst werden, nachdem der angezeigte Wert die Alarmschwelle erreicht hat. Andere (Warnschwellen-)Alarmer können zur Verfügung gestellt werden, die bei zunehmender Dosisleistung, aber bei einem Niveau unterhalb der Alarmschwelle, auslösen.

Einstellbare Alarmschwellen müssen mindestens 10 % bis 100 % der Skalenanzeige (lineare Skalen) überdecken, von 50 % der niedrigsten Größenordnung bis 100 % der höchsten Größenordnung (logarithmische Skalen) reichen und bei digitalen Anzeigen alle Größenordnungen mit Ausnahme der niedrigsten überdecken.

4.3.3 Alarm niedriger Stufe

Es sollte ein Alarm niedriger Stufe zur Verfügung stehen. Dieser muss einstellbar sein wie in 4.3.2 angegeben. Diese müssen bei abnehmender Dosisleistung auslösen und im Allgemeinen als zusätzliche Störungs-Alarmer wirken, aber sie können für die Prozessüberwachung verwendet werden.

4.3.4 Gerätefehler-Alarm

Es sollten, soweit praktisch möglich, Diagnose-Einrichtungen zur Verfügung stehen, mit denen Fehler an elektronischen Komponenten, bei der Kommunikation zwischen Einheiten und bei der Verarbeitungs-Firmware (Software) erkannt werden können, die zu einem Verlust von Sicherheitsfunktionen der Anlage führen können. Diese Einrichtungen müssen zu einer Fehleranzeige oder einem Alarm führen. Eine getrennte Anzeige der Fehlerursache ist wünschenswert.

Es sollte möglich sein, dass dieser Alarm im Fehlerfall der Detektor-Anordnung innerhalb von 5 min nach dem Fehler einsetzt.

Grundsätzlich gibt es einen Zusammenhang zwischen der Zeit bis zum Auslösen des Alarms, der Häufigkeit von Fehlalarmen und dem Abstand zwischen Untergrundwert und Alarmschwelle.

4.4 Externe Einrichtungen

Sofern eine Anordnung mit einer Fernauslesung (zum Beispiel ein zählendes oder integrierendes Gerät) betrieben werden kann, muss der Ausgang der Anordnung geeignet beschriftet sein.

Es wird empfohlen, je nach Anordnung die folgenden Eingangs- und Ausgangsanschlüsse zur Verfügung zu stellen:

- einen Eingangsanschluss an dem Vorverstärker zur elektrischen Prüfung;
- einen Ausgangsanschluss aus dem Verstärker;
- einen Ausgangsanschluss nach dem Ausgang des Diskriminators.

4.5 Messbereich

4.5.1 Allgemeines

Der Mindest-Messbereich für die Äquivalentdosisleistung muss mindestens 4 Größenordnungen überdecken. Ein typischer Messbereich reicht von $10 \mu\text{Sv h}^{-1}$ bis 100 mSv h^{-1} . Messungen bei höheren Äquivalentdosisleistungen bis zu 1 Sv h^{-1} oder höher können erforderlich sein und müssen gemäß Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller eingebaut werden.

Der Messbereich sollte nicht kleiner sein als im Folgenden angegeben.

4.5.2 Messbereich

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

- a) bei Äquivalentdosisleistungs-Messgeräten mit Analoganzeige (zum Beispiel linear oder logarithmisch) und mit einem Messbereich pro Größenordnung von 10 % bis 100 % des maximalen Winkelausschlags in jedem Skalenbereich und bei Äquivalentdosisleistungs-Messgeräten mit zwei Messbereichen pro Größenordnung von 30 % bis 100 % des maximalen Winkelausschlags in jedem Skalenbereich;
- b) bei Äquivalentdosisleistungs-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 9 999,9 der Messbereich von 1,0 bis 9 999,9 erstrecken – also über vier Größenordnungen – oder von 3,0 bis 9 999,9 – also über dreieinhalb Größenordnungen;
- c) für Äquivalentdosisleistungs-Messgeräte mit digitaler Anzeige und wissenschaftlicher Darstellung (zum Beispiel $x,yz \text{ E } \pm ab$) muss die Mantisse mindesten drei Stellen haben (zum Beispiel 1,00 bis 9,99). Der Hersteller muss den Messbereich festlegen (zum Beispiel $1,00 \cdot 10^{-7}$ bis $9,99 \cdot 10^{-2}$ in der Einheit Sv h^{-1}).

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

Wenn sich die 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.

4.5.3 Zusammenhang zwischen Einstellzeit und Zufallsschwankungen

Die Ansprechzeit und der Variationskoeffizient der statistischen Schwankungen sind voneinander abhängende Eigenschaften, für die in 6.8 und 6.9 zulässige Grenzen angegeben sind.

Es wird empfohlen, bei hohen Dosisleistungen, wenn immer möglich, die Ansprechzeit zu verkürzen, sofern dabei die Vorgaben dieser Norm eingehalten werden. Ansprechzeiten unterhalb von 1 s ergeben nur geringe Vorteile und es ist daher sinnvoller, die statistischen Schwankungen zu reduzieren.

Bei sehr niedrigen Dosisleistungen muss der Hersteller zugehörige Werte für den Variationskoeffizienten und die Ansprechzeit angeben, die in Abstimmung mit dem Käufer die in Abschnitt 6.8 und 6.9 angegebenen Grenzen überschreiten können.

4.5.4 Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Nenngebrauchsbereich für jede Einflussgröße muss in den Unterlagen angegeben werden. Zusätzlich müssen einige Nenngebrauchsbereiche auf dem Instrument angegeben werden, siehe 4.5.7.

4.5.5 Mindest-Nenngebrauchsbereich einer Einflussgröße

Der Mindest-Nenngebrauchsbereich für die betrachtete Einflussgröße ist in der zweiten Spalte der Tabellen 2, 3 und 4 aufgeführt.

4.5.6 IP-Klassifizierung

Die IP-Klassifizierung muss vom Hersteller entsprechend IEC 60529 angegeben werden.

4.5.7 Geräteaufschriften und -markierungen

Ein Messgerät zur Messung der durch Neutronenstrahlung erzeugten Äquivalentdosisleistung muss eine Aufschrift mit dem vorgesehenen Verwendungszweck tragen.

Die folgenden Angaben müssen deutlich sichtbar auf dem Dosisleistungs-Messgerät angebracht sein:

- a) Messgröße;
- b) Messbereich;
- c) Strahlungsart, für deren Messung das Dosisleistungs-Messgerät geeignet ist (zum Beispiel Neutronenstrahlung);
- d) Nenngebrauchsbereich der Teilchenenergie (oder in der Gebrauchsanweisung);
- e) Bezugspunkt und Vorzugsrichtung (oder in der Gebrauchsanweisung);
- f) Seriennummer des Gerätes.

5 Allgemeine Prüfverfahren

5.1 Prüfanforderungen

Alle in den folgenden Abschnitten aufgeführten Prüfungen sind als Bauartprüfungen anzusehen (siehe 3.2.2). Während der Bauartprüfungen müssen alle Werte von Einflussgrößen, die nicht Gegenstand der Prüfung sind, innerhalb der Bereiche der Standardprüfbedingungen gehalten werden.

Dennoch können bestimmte Prüfungen gemäß Vereinbarung zwischen dem Verkäufer und dem Käufer als Abnahmeprüfungen betrachtet werden.

Die Bezugsbedingungen und Standardprüfbedingungen sind in Tabelle 1 festgelegt.

Die in dieser Norm beschriebenen Prüfungen können danach eingeteilt werden, ob sie unter Standardprüfbedingungen oder anderen Bedingungen durchgeführt werden. Bei den Prüfungen, die unter Standardprüfbedingungen 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 festzustellen.

5.2 Prüfungen mit Variation von Einflussgrößen

5.2.1 Allgemeines

Diese Prüfungen dienen dazu, die Auswirkung von Veränderungen von Einflussgrößen zu bestimmen. Der Variationsbereich für jede Einflussgröße und zulässige Grenzen der sich ergebenden Änderung in der Anzeige eines Messgerätes sind in Tabelle 2 angegeben. Der Variationsbereich der in Tabelle 2 angegebenen Einflussgrößen legt einen Nenngebrauchsbereich fest, in dem die Grenzen der Änderung der Anzeige, die vom Hersteller angegeben werden, bleiben müssen. Diese Grenzen dürfen in keinem Falle die in Tabelle 2 festgelegten überschreiten.

Um die Auswirkungen von Veränderungen von irgendeiner der in Tabelle 2 angegebenen Einflussgrößen bestimmen zu können, werden üblicherweise alle anderen Einflussgrößen innerhalb der Grenzwerte der Standardprüfbedingungen nach Tabelle 1 gehalten, sofern in dem betreffenden Prüfverfahren nichts Anderes vorgeschrieben ist.

ANMERKUNG 1 Um diese Prüfungen für jede einzelne Haupt-Einflussgröße zu vereinfachen, müssen nur die Stückprüfungen hinsichtlich der Eigenabweichungen durchgeführt werden. Dabei ist eine Dosisleistung entsprechend zwei Dritteln des Vollausschlages in jedem Messbereich oder jeder Dekade zu verwenden.

ANMERKUNG 2 Andere Aspekte der Eigenschaften der Anordnung sollten nur dann unter Variation von Einflussgrößen geprüft werden, wenn in Betracht zu ziehen ist, dass die oben spezifizierten Stückprüfungen nicht zu einer repräsentativen Anzeige führen.

5.2.2 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ F

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

Es ist zulässig, dass ein kleiner Teil der Auswirkungen von Einflussgrößen vom Typ F als Auswirkungen angesehen werden können, die von Einflussgrößen vom Typ S erzeugt werden. Wenn diese Auswirkungen klein sind werden sie in Bezug auf diese Norm vernachlässigt. Falls während der Prüfung größere Auswirkungen vom Typ S beobachtet werden, dann müssen die entsprechenden Prüfungen bei einem Dosiswert von $10 \dot{H}_0$ durchgeführt werden und dieser Befund muss im Prüfbericht mitgeteilt werden.

5.2.3 Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ S

Diese Prüfungen müssen bei einem richtigen Wert der Messgröße kleiner oder gleich dem 10-fachen der unteren Messbereichsgrenze $\dot{H}_0$ durchgeführt werden, auch der Wert Null der Dosisleistung 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 .

Es ist zulässig, dass ein kleiner Teil der Auswirkungen von Einflussgrößen vom Typ S als Auswirkungen angesehen werden können, die von Einflussgrößen vom Typ F erzeugt werden. Wenn diese Auswirkungen klein sind werden sie in Bezug auf diese Norm vernachlässigt. Falls während der Prüfung größere Auswirkungen vom Typ F oder signifikante negative Werte beobachtet werden, dann müssen die entsprechenden Prüfungen bei einem Dosiswert von $10 \dot{H}_0$ durchgeführt werden und dieser Befund muss im Prüfbericht mitgeteilt werden. Wegen der im Allgemeinen niedrigeren Anzeige im Vergleich zu Prüfungen von Einflussgrößen vom Typ F kann sich die Anzahl der notwendigen Messungen erhöhen.

5.3 Prüfort

Die Anordnung ist, sofern vom Hersteller nicht anders vorgeschrieben, derart zu platzieren, dass der Bezugspunkt des Detektors am Prüfort ist.

Der Prüfort ist ein Ort, an dem der richtige Wert der Äquivalentdosisleistung bekannt ist. An diesem Ort sollte die Unsicherheit auf Grund von Feldinhomogenitäten im Bereich des Volumens des Detektors der Anordnung, das ist die Bestrahlungs-Nichthomogenität, kleiner als 5 % sein.

Am Prüfort ist der Wert der Äquivalentdosisleistung durch Streustrahlung zu bestimmen.

5.4 Untergrundstrahlung

Das Ansprechvermögen der Anordnung bezüglich Untergrundstrahlung muss bei der Prüfung der Anordnung berücksichtigt werden.

5.5 Statistische Schwankungen

Wenn bei einer Prüfung mit Strahlung das Ausmaß 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 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.

5.6 Strahlungsquellen

Die Neutronen-Bezugsstrahlungsquelle muss der Beschreibung in ISO 8529-1 entsprechen und kann eine der im Folgenden angegebenen sein: $^{241}\text{Am}/\text{Be}$ -Radionuklidquelle, ^{252}Cf -Spontanspaltungsquelle, ^{252}Cf -Quelle moderiert durch eine D_2O -Kugel mit 30 cm Durchmesser oder durch genau definierte Moderatoren/Filter oder sie ist eine der Beschleuniger-Targetquellen (ISO 8529). Für Bezugswerte mit thermischen und epithermischen Neutronen können Beschleuniger-Targetquellen, Reaktorstrahlen, $^{241}\text{Am}/\text{Be}$ - oder ^{252}Cf -Quellen mit genau definierter Moderator/Filter-Anordnung verwendet werden.

Art, Aufbau und Einsatzbedingungen der Strahlenquellen müssen mit den Empfehlungen von ISO 8529-1, ISO 8529-2 und ISO 8529-3 übereinstimmen.

Der Größenwert der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung dieser Quellen kann aus der spektralen Flussdichteverteilung, die von diesen Quellen erzeugt wird, und den Fluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten (siehe Anhang A, Tabelle A.1) erhalten werden. Mittlere Fluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten für fünf Bezugsstrahlungsquellen sind im Anhang A, Tabelle A.2 enthalten. Der Hersteller muss die verwendeten Fluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten angeben (siehe 10.2).

Die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung durch die Photonenemission der Quelle sollte signifikant niedriger sein als diejenige durch Neutronen, oder es müssen geeignete Abschirmungen Verwendung finden, die sicherstellen, dass dies beim Detektor gilt. Das Ansprechvermögen des Messgerätes auf Gammastrahlung muss mit einer ^{137}Cs - oder ^{90}Co -Quelle bestimmt werden und/oder mit anderen Photonenquellen, sofern notwendig.

5.7 Arbeitsplatz-Neutronenstrahlungsfelder

Arbeitsplatz-Neutronenstrahlungsfelder können sein:

- a) in ISO 12789 angegebene simulierte Strahlungsfelder oder
- b) andere Arbeitsplatzumgebungen, deren Strahlungsfelder durch Berechnung der Spektren und/oder durch Messungen gut festgelegt sind, die auf Primärnormal-Laboratorien rückführbar oder von diesen anerkannt sind.

Art, Aufbau und Einsatzbedingungen der Strahlenquellen müssen mit den Empfehlungen von ISO 12789 übereinstimmen.

Der richtige Wert der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung am Messort in diesen Feldern kann aus der spektralen Flussdichteverteilung und den Fluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionsfaktoren (siehe Anhang A, Tabelle A.1) erhalten werden.

ANMERKUNG Überwachungsfelder können sich beträchtlich von den Bezugsstrahlungsfeldern unterscheiden. Um die Genauigkeit der Messung in diesen Feldern zu erhöhen, können Korrekturfaktoren auf die Ablesungen der Instrumente angewendet werden; diese werden aus dem Fluenz-Ansprechvermögen der Vorrichtung, den Fluenz-zu-Umgebungs-Äquivalentdosis-Konversionskoeffizienten und den beiden spektralen Fluenzen des Kalibrier- und des Überwachungsfeldes berechnet.

5.8 Berücksichtigung von mehreren Detektoren oder Signalen in einem Dosisleistungs-Messgerät

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

6 Anforderungen bezüglich Strahlungsnachweis

6.1 Allgemeines

Von allen in diesem Kapitel behandelten Einflussgrößen wird angenommen, dass sie vom Typ F sind.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen für die Einflussgröße *Strahlungsenergie und Strahleneinfallswinkel* werden mit Bezug auf das Bezugs-Ansprechvermögen R_r unter Bezugsbedingungen (Bezugsstrahlungsqualität und 0° Strahleneinfallswinkel, Bezugsdosis und/oder Bezugsdosisleistung und alle anderen Bezugsbedingungen wie in Tabelle 1 angegeben) aufgestellt. Mögliche Bezugsstrahlungsqualitäten sind für Neutronenstrahlung in Tabelle 1 von ISO 8529-1:2001 angegeben. Die am häufigsten genutzten Bezugsstrahlungsqualitäten sind in Tabelle 1 angegeben, es kann aber erforderlich sein, andere Strahlungen als Bezugsstrahlungsqualitäten zu wählen, um die Anforderungen für diese Einflussgröße einzuhalten. Es kann sogar ein Energiewert als Bezugsbedingung gewählt werden, für den keine physikalische Strahlung vorhanden ist. In diesem Fall wird die (virtuelle) Bezugsstrahlungsqualität durch eine vorhandene Bezugsstrahlungsqualität und die Abweichung des Ansprechvermögens von derjenigen der (virtuellen) Bezugsstrahlungsqualität realisiert.

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

6.2 Berücksichtigung der Unsicherheit des richtigen Wertes

Die erweiterte ($k = 2$) relative Messunsicherheit, U_{rel} , des richtigen Wertes der Äquivalentdosisleistung sollte kleiner als $\pm 20\%$ sein und muss berücksichtigt werden. Diese Berücksichtigung erfolgt, indem U_{rel} zu der zulässigen Änderung des relativen Ansprechvermögens hinzuaddiert wird. Falls mehrere Prüfungen mit der gleichen Strahlungsqualität durchgeführt werden, zum Beispiel bei der Prüfung hinsichtlich der Konstanz des Ansprechvermögens, muss nur die Unsicherheit des Quotienten der richtigen Dosisleistungen von aktuellem Wert und Referenzwert berücksichtigt werden. Für den Fall anderer Anforderungen ist die Berücksichtigung bei dem jeweiligen Prüfverfahren angegeben.

6.3 Linearität

6.3.1 Anforderungen

Diese Anforderung bezieht sich auf die Linearität des Messbereichs des Gerätes. Der Gerätefehler muss für die Strahlungsmessgröße ermittelt werden, für deren Messung die Anlage ausgelegt ist.

Unter Prüfbedingungen darf die Linearität des Ansprechvermögens der Detektor-Anordnung bei Exposition mit einer der Bezugsstrahlungen im gesamten Messbereich $\pm 30\%$ nicht überschreiten.

ANMERKUNG Dieser Fehler ist zusätzlich zu der Unsicherheit des richtigen Wertes der Unsicherheit.

6.3.2 Prüfungsdurchführung

An Überwachungsgeräten muss eine Bauartprüfung durchgeführt werden, die mindestens aus einer Prüfung der Bauart jeder Verarbeitungs-Anordnung, Alarm-Anordnung und Detektor-Anordnung bestehen.

Stückprüfungen müssen an jeder Kombination von Verarbeitungs-Anordnungen, Alarm-Anordnungen und Detektor-Anordnungen durchgeführt werden.

Alle Prüfungen müssen unter Verwendung eines Strahlungsfeldes durchgeführt werden, sofern zwischen Hersteller und Käufer nichts anderes vereinbart wurde.

6.3.3 Bauartprüfung

Bei Anordnungen mit linearer Skale muss die Bauartprüfung in allen Bereichen und an jeweils 3 Punkten in jedem Bereich durchgeführt werden, bei etwa 20 %, 40 % und 80 % des Skalenbereiches.

Bei Anordnungen mit nur einem Bereich und logarithmischer Einteilung oder bei digitalen Anzeigen muss die Bauartprüfung für alle Skalen-Größenordnungen der Dosisleistung und an jeweils mindestens 2 Punkten in

jeder Skalen-Größenordnungen durchgeführt werden. (Der höhere Wert in jeder Dekade muss mindestens das Dreifache des niedrigeren Wertes betragen und mindestens 70 % der maximalen Anzeige der Dekade.) Falls der Detektor eine Grundanzeige-Quelle enthält, muss dies berücksichtigt werden.

6.3.4 Stückprüfung

Bei Anordnungen mit linearer Skale muss die Stückprüfung an einem Punkt bei einem Wert (zwischen 50 % und 75 %) in dem Bereich durchgeführt werden, in dem die höchste Alarmschwelle gesetzt ist.

Bei Anordnungen mit nur einem Bereich und logarithmischer Einteilung oder bei digitalen Anzeigen muss die Prüfung bei einem Wert (zwischen 10 % und 90 %) in dem Bereich durchgeführt werden, in dem die höchste Alarmschwelle gesetzt ist. Falls der Detektor eine Grundanzeige-Quelle enthält, muss dies berücksichtigt werden.

Für Stückprüfungen ist die Einleitung von Strömen oder Pulsen in die Verarbeitungseinheit zulässig. Sofern die Einleitung von Strömen oder Pulsen verwendet wird, muss dieses auf den Ergebnissen der Bauartprüfung mit Strahlung basieren.

6.3.5 Prüfverfahren unter Benutzung von Quellen

a) Zu verwendende Quellen

Der richtige Wert der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung muss für diese Prüfung am Prüfort bekannt sein. Die Prüfungen müssen mit Referenz-Quellen geeigneter Aktivität durchgeführt werden, die das Dosisleistungs-Messgerät frei in Luft bestrahlen, wie in Tabelle 1 angegeben, zum Beispiel für Neutronenstrahlung mit einer $^{241}\text{Am-Be}$ -Quelle.

b) Durchzuführende Prüfungen

Das Ansprechvermögen ist mit mindestens drei Dosisleistungswerten in jeder Größenordnung des Dosisleistungs-Messbereichs zu messen. Diese müssen etwa 20 %, 40 % und 80 % jeder vollen Größenordnung betragen.

6.3.6 Prüfverfahren mit Variation des Kalibrierabstandes

In ISO 8529-2 sind mehrere praktische Verfahren festgelegt, um das Ansprechvermögen von Messgeräten unter Verwendung der Bezugsstrahlungsquellen für Neutronen zu bestimmen, wobei der charakteristische Beitrag der Streustrahlung zur Anzeige und die Position des Bezugspunktes des Gerätes berücksichtigt werden. Die Verfahren enthalten die Bestimmung der Anzeigewerte bei einer Reihe von Kalibrierabständen, wobei die Anzeigewerte sich über eine oder mehrere Größenordnungen ändern können. Ansprechvermögen, Streubeitrag und geometrische Parameter werden durch analytische Fitverfahren der Daten ermittelt. In diesem Falle kann jeder Anzeigewert als ein Punkt in den entsprechenden Skalenbereichen nach 6.4.2^{N1}) angesehen werden. Für die Ermittlung der relativen Abweichung im entsprechenden Skalenbereich können die gefitteten Anzeigewerte verwendet werden, wenn die gefitteten Werte für den Streubeitrag und die geometrischen Parameter gut mit gerechneten und/oder experimentellen Erfahrungswerten übereinstimmen.

6.3.7 Äquivalente elektrische Prüfverfahren

Wenn der für die obige Prüfung erforderliche volle Wertebereich der Umgebungs-Äquivalentdosisleistung mit den vorhandenen Neutronen-Strahlungsquellen nicht bereitgestellt werden kann, ist es zulässig, stattdessen eine gleichwertige elektrische Prüfung durchzuführen, um die relative Abweichung bei den Werten der Äquivalentdosisleistung, die mit den Strahlenquellen nicht erreicht werden können, zu ermitteln.

In diesem Fall müssen die Strahlungsquellen für die Bauartprüfung mindestens eine Äquivalentdosisleistung im oberen Teil des Messbereichs eines Äquivalentdosisleistungs-Messgerätes sowie mindestens eine Äquivalentdosisleistung im unteren Teil des Messbereichs des Äquivalentdosisleistungs-Messgerätes erzeugen können. Die Form des elektrischen Signals muss der Form des von dem Detektor abgegebenen Signals so genau wie notwendig entsprechen und an einem Punkt eingespeist werden, bei dem das gesamte Äquivalentdosisleistungs-Messgerät mit Ausnahme des Detektors selbst oder, im Fall eines Szintillationsdetektors, des Photovervielfachers geprüft wird.

^{N1}) Nationale Fußnote: Richtig ist "6.3.3 oder 6.3.4".

Falls $\dot{H}_{i1}^*(10)$ die angezeigte Äquivalentdosisleistung ist, wenn das Äquivalentdosisleistungs-Messgerät der vorhandenen Neutronen-Bezugsstrahlungsquelle mit einer richtigen Umgebungs-Äquivalentdosisleistung $\dot{H}_i^*(10)$ ausgesetzt wird, dann ist ein elektrisches Signal S_1 so einzuspeisen, dass es die gleiche Anzeige $\dot{H}_{i1}^*(10)$ erzeugt. Wenn dann die Anzeige $\dot{H}_{i2}^*(10)$ durch ein Eingangssignal S_2 erzeugt wird, ergibt sich die relative Abweichung zu

$$U = \left(\frac{\dot{H}_{i2}^*(10) \times S_1}{\dot{H}_{i1}^*(10) \times S_2} - 1 \right) \cdot 100\%$$

Die beobachteten Werte müssen innerhalb der in 6.3.8 angegebenen Grenzen liegen. Falls das elektrische Prüfverfahren angewendet wird, sollte dies in den Begleitpapieren angegeben werden.

6.3.8 Bewertung der Ergebnisse der äquivalenten elektrischen Prüfung

Bei der Bewertung muss die relative Unsicherheit U ($k = 2$) der richtigen Werte der Äquivalentdosisleistungen berücksichtigt werden, die bei der Prüfung verwendet wurden. Wenn kein einziger beobachteter Mittelwert der relativen Abweichung $U^{N2)}$ den Wert $\pm (20 \% + U)$ überschreitet, dürfen die Anforderungen an die Konstanz des Ansprechvermögens bezüglich Dosisleistung als erfüllt betrachtet werden.

6.4 Änderung des Ansprechvermögens durch Energie der Neutronenstrahlung

6.4.1 Allgemeines

Das Ansprechvermögen von allen Neutronen-Dosisleistungs-Messgeräten hängt sehr stark von der Neutronenenergie ab [5]. Für Strahlenschutz Zwecke wäre es wünschenswert, dass die Energieabhängigkeit des Ansprechvermögens über den gesamten Energiebereich der Neutronenstrahlung von thermischer bis zur maximalen, vom Hersteller spezifizierten, Energie den Faktor 1,5 nicht überschreitet. Es ist jedoch zur Zeit der Veröffentlichung der Norm nicht möglich, dieses Leistungsverhalten zu erreichen.

Da alle existierenden Geräte und diejenigen, die gerade entwickelt werden, im Wesentlichen auf geeigneten Berechnungen des Detektor-Ansprechvermögens beruhen, müssen die Ergebnisse dieser Berechnungen für den gesamten Energiebereich mit Daten bei mindestens zwei Energiepunkten je Größenordnung der Neutronenenergie verfügbar gemacht werden.

6.4.2 Anforderungen

Für das relative Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Ansprechvermögen, $r_{H^*(10)}$, durch Variation der Energie der Neutronenstrahlung muss im angegebenen Energiebereich folgendes gelten (siehe Tabelle 2):

- thermisch – 100 keV, der Hersteller muss die Änderung des relativen Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Ansprechvermögens mit der Neutronenenergie angeben. Das relative Ansprechvermögen muss mindestens innerhalb des Bereichs von 0,2 bis 8,0 sein.
- 100 keV – 10 MeV, innerhalb des Bereichs von 0,5 bis 2,0.
- 10 MeV – 20 MeV, der Hersteller muss die Änderung des relativen Umgebungs-Äquivalentdosisleistungs-Ansprechvermögens mit der Neutronenenergie angeben. Das relative Ansprechvermögen muss mindestens innerhalb des Bereichs von 0,2 bis 2,0 sein.
- oberhalb 20 MeV, in Abstimmung zwischen dem Hersteller und dem Käufer.

Das hier angegebene relative Ansprechvermögen ist relativ in Bezug auf die Neutronen Bezugsenergie und 0° zwischen Strahleneinfall der Neutronenstrahlung und der Bezugsrichtung. Die Achse des Gerätes, die Bezugsebene und die Bezugsrichtung für Strahleneinfall müssen vom Hersteller festgelegt werden.

^{N2)} Nationale Fußnote: Dieser relativen Abweichung U ist das gleiche Symbol zugeordnet wie der relativen Unsicherheit U nach 6.3.8. Beide sind jedoch nicht identisch. Daher sollte die relative Abweichung mit U_S bezeichnet werden. Der zweite (letzte) Satz von 6.3.8 lautet dann „Wenn kein einziger beobachteter Mittelwert der relativen Abweichung U_S den Wert $\pm (20 \% + U)$ überschreitet, dürfen die Anforderungen an die Konstanz des Ansprechvermögens bezüglich Dosisleistung als erfüllt betrachtet werden.“

Die Anforderung für den Bereich der Neutronenenergie von 100 keV bis 10 MeV ist verpflichtend für jedes Gerät. Für den verbleibenden Energiebereich muss der Hersteller den Energiebereich angeben, in dem die angegebenen Anforderungen von seinem Gerät eingehalten werden.

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

6.4.3 Prüfverfahren

Für diese Prüfung muss das Dosimeter frei in Luft platziert werden. Es müssen die Neutronen-Strahlungsqualitäten nach ISO 8529-1, ISO 8529-2, ISO 8529-3 und ISO 12789-1, ISO 12789-2 verwendet werden.

Da es nicht praktikabel ist, die Eigenschaften einer Anordnung über neun Dekaden der Neutronenenergie von thermischen Neutronen bis zu 20 MeV zu untersuchen und die berechneten Daten über diesen Bereich zu validieren, können die folgenden Energien verwendet werden:

- a) mindestens zwei Neutronenenergien unterhalb 100 keV, eine davon die Energie thermischer Neutronen;
- b) mindestens drei Neutronenenergien in Energiebereich zwischen 100 keV und 10 MeV;
- c) mindestens eine Neutronenquelle mit breitem Spektrum (zum Beispiel ^{252}Cf oder $^{241}\text{Am-Be}$);
- d) mindestens eine Neutronenenergie oberhalb von 10 MeV.

Es sind nur Prüfungen bei Energien innerhalb des vom Hersteller spezifizierten Bereichs erforderlich. Zusätzlich wird empfohlen, das Ansprechvermögen für genormte simulierte Neutronen-Arbeitsplatzfelder anzugeben.

In realistischen Feldern, die Neutronen, produzieren, existiert keine Art von monoenergetischen Neutronenfeldern, es gibt nur Felder mit kontinuierlicher Neutronenenergie. Deshalb wäre das relative Äquivalentdosisleistungs-Ansprechvermögen bezüglich realistischer Neutronen-Arbeitsplatzfelder [5] viel besser geeignet als das Ansprechvermögen bezüglich monoenergetischer Neutronenfelder.

Der Prüfabstand muss mindestens dem 3-fachen der Summe der größten linearen Abmessungen von Quelle und Detektor entsprechen. Der Anteil der Streustrahlung an der Anzeige des Gerätes darf 20 % der Anzeige des Gerätes durch ungestreute Neutronen nicht überschreiten. Die Bestimmung des Beitrags der Streustrahlung muss in Übereinstimmung mit ISO 8529-2 erfolgen.

Im Prinzip werden diese Prüfungen am besten bei jeder Neutronenenergie mit derselben Umgebungs-Äquivalentdosisleistung ausgeführt. Dies kann in der Praxis nicht möglich sein. Dann muss die angezeigte Umgebungs-Äquivalentdosisleistung für jede Neutronenenergie bezüglich des relativen Ansprechvermögens (falls erforderlich interpoliert) korrigiert werden, wie es bei der gleichen Anzeige für die Neutronen-Bezugsstrahlungsqualität gelten würde.

Unter Verwendung der berechneten Ansprechfunktion ist die Umgebungs-Äquivalentdosisleistung für die gemäß 6.4.3 a) bis d) gewählten Neutronenenergien zu bestimmen und mit den experimentell bestimmten Werten zu vergleichen. Das Ansprechvermögen von existierenden und in Entwicklung befindlichen Neutronen-Dosisleistungsmessgeräten in dem Bereich der Neutronenenergie, in dem Messungen nicht verfügbar oder nicht praktikabel sind, basieren im Wesentlichen auf Monte-Carlo-Berechnungen. Die berechnete Kurve des relativen Ansprechvermögens ist üblicherweise relativ zum Ansprechvermögen bei ^{252}Cf .

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

6.4.4 Bewertung der Ergebnisse

Wenn alle experimentell gemessenen Werte des relativen Ansprechvermögens aufgrund Variation der Energie der Neutronenstrahlung innerhalb der in 6.4.2 festgelegten Bereiche liegen und die berechneten Werte innerhalb von $\pm 20\%$ mit den experimentell gemessenen Werten übereinstimmen, dann können die Anforderungen von 6.4 als erfüllt angesehen werden.

6.5 Änderung des Ansprechvermögens durch die Einfallsrichtung der Strahlung

6.5.1 Allgemeines

Diese Norm gilt für Detektoranordnungen mit einem großen Winkel-Ansprechbereich, die im Wesentlichen eine Rotationssymmetrie in einer Ebene, normalerweise horizontal, haben. Die Norm berücksichtigt die praktischen Begrenzungen beim Erreichen einer gleichförmigen Empfindlichkeit über einen Raumwinkel von 4π . Die folgenden Anforderungen sind für zwei mögliche Detektoranordnungen angegeben. Konfiguration a), bei der die Orientierung für die Kalibrierung als Annäherung an eine Rotationssymmetrie angesehen werden kann, und Konfiguration b), bei der die Orientierung für die Kalibrierung senkrecht zu einer Richtung ist, die als Näherung für eine Symmetrieachse angesehen werden kann.

Der Hersteller muss die verwendete Konfiguration angeben.

6.5.2 Anforderungen

Die Anforderungen werden unten für beide Konfigurationen für die Detektor-Kalibrierung angegeben (siehe Tabelle 2).

Bild 1 erläutert die beabsichtigte Vorgehensweise.

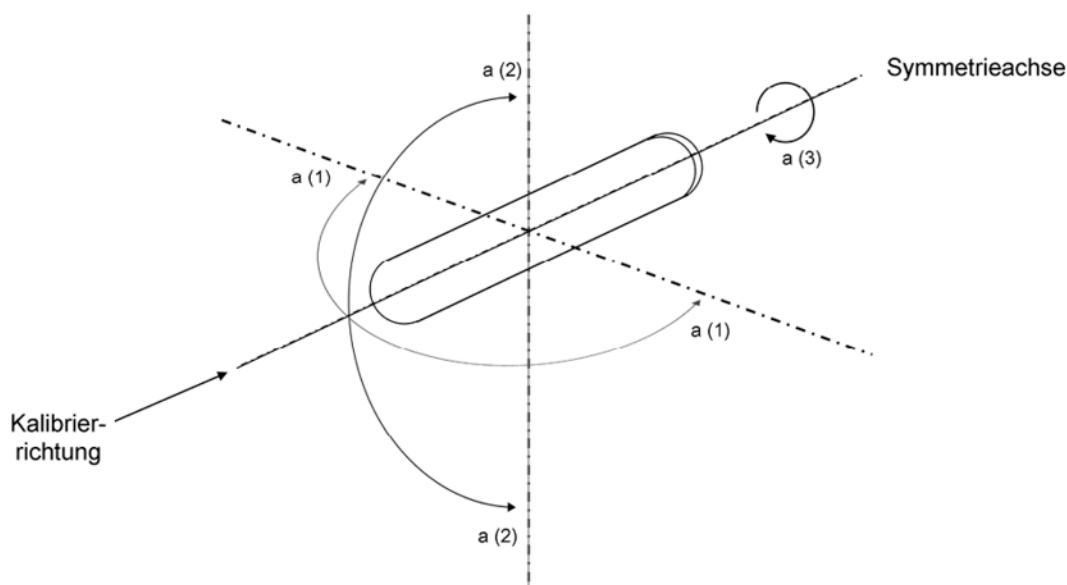


Bild 1a – Konfiguration a

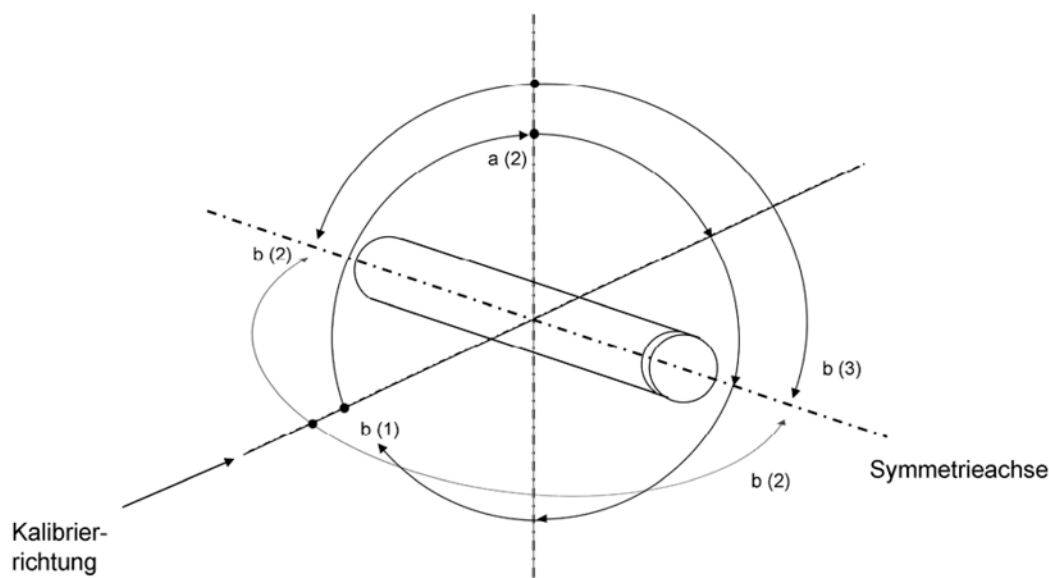


Bild 1b – Konfiguration b

Bild 1 – Prüfung bezüglich der Winkelabhängigkeit des Ansprechvermögens

Konfiguration a

Die Detektoranordnung muss mit ihrer vom Hersteller angegebenen Orientierungsrichtung entlang der Kalibrierachse positioniert werden.

- 1) Das Ansprechvermögen der Anordnung bezüglich Strahlungseinfall aus Winkeln zur Kalibrierrichtung, bezogen auf das Ansprechvermögen in der Kalibrierrichtung, darf um nicht mehr als $\pm 25\%$ variieren, wenn die Detektoranordnung um $\pm 120^\circ$ um ihren Bezugspunkt in einer vom Hersteller angegebenen Ebene, die aber die Kalibrierrichtung enthalten muss, gedreht wird. Der Hersteller muss die relative Änderung des Ansprechvermögens außerhalb von $\pm 120^\circ$ angeben.
- 2) Die Prüfung muss für eine Ebene wiederholt werden, die senkrecht zu der oben gemäß 1) verwendeten Ebene steht, aber ebenfalls die Kalibrierrichtung enthält. Die Variation des Ansprechvermögens bezogen auf das Ansprechvermögen in der Kalibrierrichtung muss die gleiche sein wie oben in 1) angegeben.

- 3) Die Detektoranordnung muss ebenfalls in einer Ebene gedreht werden, die senkrecht zu der Kalibrierrichtung steht. Dabei muss die Strahleneinfallsrichtung in der Rotationsebene liegen, und die Variation des Ansprechvermögens darf nicht mehr als $\pm 25\%$ für alle Winkel betragen.

Konfiguration b

Die Detektoranordnung muss mit ihrer vom Hersteller angegebenen Orientierungsrichtung entlang der Kalibrierachse positioniert werden.

- 1) Das Ansprechvermögen der Anordnung bezüglich Strahlungseinfall aus allen Winkeln zur Kalibrierrichtung, bezogen auf das Ansprechvermögen in der Kalibrierrichtung, darf um nicht mehr als $\pm 25\%$ variieren, wenn die Detektoranordnung um ihren Bezugspunkt in einer vom Hersteller angegebenen Ebene gedreht wird, die aber die Kalibrierrichtung enthalten muss.
- 2) Das Ansprechvermögen der Anordnung bezüglich Strahlungseinfall aus Winkeln zur Kalibrierrichtung, bezogen auf das Ansprechvermögen in der Kalibrierrichtung, darf um nicht mehr als $\pm 25\%$ variieren, wenn die Detektoranordnung um $\pm 60^\circ$ um ihren Bezugspunkt in einer Ebene gedreht wird, die senkrecht zu der oben gemäß 1) verwendeten Ebene steht, aber ebenfalls die Kalibrierrichtung enthalten muss.
- 3) Die Detektoranordnung muss ebenfalls in der Ebene gedreht werden, die oben in 2) verwendet wurde, wobei aber der Detektor vorher um 90° in der oben in 1) verwendete Rotationsebene gedreht wurde. Die Variation des relativen Ansprechvermögens muss innerhalb der oben für 2) angegebenen Grenzen liegen.

6.5.3 Prüfverfahren

Die Detektoranordnung ist so aufzubauen, dass Messungen bei den erforderlichen Winkeln möglichst bequem durchgeführt werden können.

Konfiguration a

Die Anordnung ist in der Kalibrierrichtung mit einer der in 5.6 angegebenen Neutronen-Referenzstrahlungsquellen zu exponieren.

- 1) Die Strahleneinfallsrichtung muss dann in Schritten von 15° in einer vom Hersteller angegebenen Ebene, die die Kalibrierrichtung enthalten muss, gedreht werden und das Ansprechvermögen in dem Bereich gemessen werden, wie er in 6.5.2, Konfiguration a 1), angegeben wurde.
- 2) Die oben angegebene Prüfung muss für die Ebene wiederholt werden, die senkrecht zu der gemäß 1) verwendeten Ebene steht, aber ebenfalls die Kalibrierrichtung enthalten muss.
- 3) Die Strahleneinfallsrichtung muss auch um jeweils 45° in einer Ebene geändert werden, die senkrecht zu der Kalibrierrichtung steht. Dabei muss 0° in der Ebene der Kalibrierrichtung liegen und das Ansprechvermögen für die spezifizierte Strahlung bestimmt werden.

Konfiguration b

Die Anordnung ist in der Kalibrierrichtung mit einer der in 5.6 angegebenen Neutronen-Referenzstrahlungsquellen zu exponieren.

- 1) Die Strahleneinfallsrichtung muss dann in Schritten von 45° in einer vom Hersteller angegebenen Ebene, die die Kalibrierrichtung enthalten muss, verändert werden und das Ansprechvermögen bezüglich der spezifizierte Strahlung bestimmt werden.
- 2) Die Strahleneinfallsrichtung muss dann in Schritten von 15° in einer Ebene, die senkrecht zu der oben gemäß 1) verwendeten Ebene steht, aber die die Kalibrierrichtung enthält, verändert werden, und das Ansprechvermögen bezüglich der spezifizierten Strahlung muss in dem Winkelbereich gemessen werden, wie er in 6.5.2, Konfiguration b 2), angegeben wurde.
- 3) Die oben angegebene Prozedur 2) muss für die Ebene wiederholt werden, die senkrecht zu der Kalibrierrichtung steht, dabei muss 0° in der Ebene der Kalibrierrichtung liegen.