

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für diese Norm ist 2019-11-01.

### Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	6
Nationaler Anhang NA (informativ) Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten .....	7
Nationaler Anhang NB (informativ) Literaturhinweise.....	7
Vorwort.....	9
Einleitung .....	10
1 Anwendungsbereich .....	11
2 Normative Verweisungen .....	13
3 Begriffe .....	13
4 Kontinuierliche gefilterte Röntgen-Referenzstrahlung.....	17
4.1 Allgemeines .....	17
4.1.1 Realisation des Referenzstrahlungsfeldes.....	17
4.1.2 Basis der Konversionskoeffizienten .....	17
4.1.3 Strahlungsqualität.....	18
4.1.4 Auswahl der Referenzstrahlung .....	18
4.2 Bedingungen und Methoden für die Erzeugung von Röntgen-Referenzstrahlung .....	23
4.2.1 Eigenschaften des Hochspannungserzeugers.....	23
4.2.2 Röhrenspannung und Schutzwiderstand .....	24
4.2.3 Filterung.....	25
4.2.4 Beschränkungen für übereinstimmende Felder .....	29
4.2.5 Röntgenstrahlungs-Verschluss .....	30
4.2.6 Strahlblende .....	30
4.3 Feldhomogenität und Streustrahlung .....	30
4.3.1 Felddurchmesser.....	30
4.3.2 Feldhomogenität.....	31
4.3.3 Streustrahlung .....	31
4.4 Zusammenfassung der Anforderungen an Röntgen-Referenzstrahlungsfelder .....	32
4.5 Validierung der Röntgen-Referenzstrahlung.....	33
4.5.1 Allgemeines .....	33
4.5.2 Kriterien für die Validierung mittels HVL-Bestimmung .....	33
4.5.3 Apparatur für die HVL-Messung.....	35
4.5.4 Verfahren für die HVL-Messung.....	36
4.5.5 Kriterien für die Validierung mittels Dosimetrie .....	36
4.5.6 Kriterien für die Validierung mittels Spektrometrie .....	36
5 Von Radionukliden emittiert Gammastrahlung.....	36

	Seite	
5.1	Allgemeines.....	36
5.2	Für die Erzeugung von Gammastrahlung verwendete Radionuklide .....	37
5.3	Spezifikationen der Strahlungsquellen.....	37
5.3.1	Quellen .....	37
5.3.2	Umschließung .....	37
5.4	Bestrahlungseinrichtung und der Einfluss von Streustrahlung .....	38
5.4.1	Allgemeine Anforderungen.....	38
5.4.2	Geometrischer Aufbau des Kollimators .....	38
5.4.3	Variation der Luftkermaleistung mittels Blei-Absorbern .....	39
5.5	Prüfung der Konformität der Installation .....	39
6	Photonenstrahlung mit Energien mit Energien zwischen 4 MeV und 9 MeV .....	40
6.1	Allgemeines.....	40
6.2	Erzeugung der Referenzstrahlung .....	40
6.2.1	Allgemeines.....	40
6.2.2	Photonen-Referenzstrahlung durch die Abregung von $^{16}\text{O}$ aus der $^{19}\text{F}(p, \alpha\gamma)^{16}\text{O}$ Reaktion .....	40
6.2.3	Photonen-Referenzstrahlung durch die Abregung von $^{12}\text{C}$ .....	43
6.3	Strahldurchmesser und Homogenität des Strahlungsfeldes.....	43
6.4	Kontamination der Photonen-Referenzstrahlung.....	43
6.4.1	Allgemeines.....	43
6.4.2	Kontamination der Referenzstrahlung, die bei allen Methoden zur Erzeugung von Referenzstrahlung vorkommt .....	44
6.4.3	Zusätzliche Kontamination bei mittels Beschleuniger produzierter Referenzstrahlung, die durch die Abregung von $^{16}\text{O}$ erzeugt wird .....	44
Anhang A (informativ) Fluoreszenzstrahlung ohne ausreichende Informationen für übereinstimmende oder charakterisierte Felder .....		45
A.1	Kurzbeschreibung .....	45
A.2	Allgemeines.....	45
A.3	Fluoreszenz-Röntgenanlage.....	46
A.3.1	Allgemeines.....	46
A.3.2	Röntgeneinrichtung .....	46
A.3.3	Fluoreszenz-Einrichtung (siehe Bild A.2).....	49
A.3.3.1	Strahler.....	49
A.3.3.2	Filter .....	49
A.3.3.3	Primäre Blende .....	49
A.3.3.4	Sekundäre Blende.....	49
A.3.3.5	Falle.....	49
A.3.3.6	Abschirmung der Röntgenstrahlung .....	49
A.4	Betriebsbedingungen .....	49
A.4.1	Geometrie.....	49
A.4.2	Charakteristika der Referenzstrahlung .....	50

	Seite
A.5	Messung der Streustrahlung ..... 50
A.6	Hinweise für die Verwendung der Referenzstrahlung ..... 51
Anhang B (informativ)	Vom Radionuklid <sup>241</sup> Am emittierte Gammastrahlung ohne ausreichende Informationen für übereinstimmende oder charakterisierte Felder ..... 52
B.1	Allgemeines ..... 52
B.2	Von Radionukliden emittiert Gammastrahlung ..... 52
B.2.1	Allgemeines ..... 52
B.2.2	Für die Erzeugung von Gammastrahlung verwendetes Radionuklid ..... 52
B.3	Spezifikationen der Strahlungsquellen ..... 52
B.3.1	Quellen ..... 52
B.3.2	Umschließung ..... 53
B.4	Bestrahlungseinrichtung und der Einfluss von Streustrahlung ..... 53
B.4.1	Allgemeine Anforderungen ..... 53
B.4.2	Geometrischer Aufbau des Kollimators ..... 53
B.4.3	Prüfung der Konformität der Installation ..... 54
Anhang C (informativ)	Auf dem Qualitätsindex basierende, gefilterte kontinuierliche Röntgenstrahlung ..... 55
C.1	Allgemeines ..... 55
C.2	Qualitätsindex ..... 55
	Literaturhinweise ..... 58
<b>Bilder</b>	
Bild 1	– Fluenzspektren für eine Erzeugungsspannung von 30 kV mit zunehmender Filterung ..... 19
Bild 2	– Normierte Fluenzspektren der N-Serie ..... 20
Bild 3	– Beispiel für einen Kollimator ..... 38
Bild 4	– Energieniveaus und Emissionswahrscheinlichkeiten für Photonenstrahlung aus dem Zerfall von <sup>16</sup> N (links) und aus der Abregung von <sup>16</sup> O für eine einfallende Protonenenergie von 340,5 keV auf <sup>19</sup> F (rechts) [33] ..... 41
Bild 5	– Relative Photonen-Emissionsrate für ein dünnes Target als Funktion der Protonenenergie für die <sup>19</sup> F(p, αγ) <sup>16</sup> O Reaktion (R-F Feld) ..... 42
Bild A.1	– Uranspektrum ..... 46
Bild A.2	– Schematische Darstellung einer K-Fluoreszenz-Röntgenanlage ..... 47
<b>Tabellen</b>	
Tabelle 1	– Liste der Röntgen- und Gamma-Referenzstrahlungsfelder, ihrer mittleren Energien, $\bar{E}(\Phi)$ , für einen Abstand von 1 m und ihre Kurzbezeichnungen ..... 12
Tabelle 2	– Spezifikation von gefilterter Röntgenstrahlung ..... 21
Tabelle 3	– Charakteristika der Serie mit niedriger Luftkermaleistung (L-Serie) ..... 21
Tabelle 4	– Charakteristika der Serie mit schmalem Spektrum (N-Serie) ..... 22
Tabelle 5	– Charakteristika der Serie mit breitem Spektrum (W-Serie) ..... 22
Tabelle 6	– Charakteristika der Serie mit hoher Luftkermaleistung (H-Serie) ..... 23
Tabelle 7	– Anforderungen an die Röhrenspannung ..... 24

	Seite
Tabelle 8 – Anforderungen an die totale Eigenfilterung für übereinstimmende Referenzfelder für Strahlungsqualitäten mit einer nominellen Eigenfilterung von 1 mm Be .....	26
Tabelle 9 – Eigenfilterung .....	28
Tabelle 10 – Eigenschaften der Metallfilter für übereinstimmende und charakterisierte Referenzfelder .....	29
Tabelle 11 – Anforderungen an die Filterdicke für übereinstimmende Referenzfelder .....	29
Tabelle 12 – Strahlungsqualitäten und Phantom-Definitionstiefen, $d$ , für die im Jahre 2017 übereinstimmende Felder als unmöglich angesehen werden .....	30
Tabelle 13 – Zusammenfassung der Anforderungen an Röntgen-Referenzstrahlungsfelder .....	32
Tabelle 14 – Anforderungen an die Bestimmung der HVL für übereinstimmende Referenzfelder .....	35
Tabelle 15 – Eigenschaften von Radionukliden .....	37
Tabelle 16 – Spezifische Aktivität und empfohlene chemische Form von Radionukliden .....	37
Tabelle 17 – Beispiel für die Zusammensetzung der Blendenlegierung, die für den Kollimator in Bild 3 verwendet wurde .....	39
Tabelle 18 – Typische Photonen-Emissionsraten und Luftkermaleistungen für die angegebenen Protonenenergien und 1 $\mu$ A Protonenstrom .....	42
Tabelle A.1 – Für K-Fluoreszenz-Referenzstrahlung verwendete Strahler und Filter .....	48
Tabelle A.2 – Beispiele von Luftkermaleistungen und Fremdstrahlung, gemessen 30 cm von der Mitte des Strahlers bei einem Röhrenstrom von 30 mA .....	50
Tabelle B.1 – Eigenschaften des Radionuklids .....	53
Tabelle B.2 – Spezifische Aktivität und empfohlene chemische Form des Radionuklids .....	53
Tabelle C.1 – Charakteristika der $Q_1$ -0,6-Serie .....	55
Tabelle C.2 – Charakteristika der $Q_1$ -0,7-Serie .....	56
Tabelle C.3 – Charakteristika der $Q_1$ -0,8-Serie .....	56
Tabelle C.4 – Charakteristika der $Q_1$ -0,9-Serie .....	57