

E DIN 6803-2:2019-06 (D)

Erscheinungsdatum: 2019-05-10

Dosimetrie für die Photonen-Brachytherapie - Teil 2: Strahler, Strahlerkalibrierung, Strahlerprüfung und Dosisberechnung

Inhalt	Seite
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich.....	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Größen und Einheiten.....	9
5 Strahler.....	10
5.1 Charakteristika von Strahlern	10
5.2 Strahlenphysikalische Charakteristika von Photonen-Brachytherapie-Strahlungsfeldern	12
5.2.1 Emissions-Spektren hypothetischer punktförmiger BT-Strahler	12
5.2.2 Spektren der Primärstrahlung an der Strahler-Oberfläche	13
5.2.3 Spektren der Gesamtstrahlung an einem Dosis-Berechnungspunkt	13
6 Strahler-Kalibrierung	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Strahler-Kalibriergröße.....	14
6.3 Strahler-Referenzdaten.....	15
6.3.1 Allgemeines	15
6.3.2 Strahler-Referenzdaten.....	15
6.4 Strahler-Kalibrierdaten	16
7 Strahlerprüfung	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 HE-Brachytherapie-Photonenstrahler	17
7.2.1 Allgemeines	17
7.2.2 Messung der Kenn-Luftkermaleistung mit einer rückführbar kalibrierten Schachtionisationskammer	17
7.2.3 Messung der Kenn-Luftkermaleistung mit einer rückführbar kalibrierten Detektor- Phantom-Anordnung.....	18
7.3 LE-Brachytherapie-Photonenstrahler.....	19
7.3.1 Allgemeines	19
7.3.2 Messung der Kenn-Luftkermaleistung mit einer rückführbar kalibrierten Schachtionisationskammer	20
8 Dosisberechnung.....	21
8.1 Allgemeines zur TG-43 Dosisberechnung	21
8.2 Anforderungen an die zur Berechnung der Wasser-Energiedosis eines Brachytherapie- Strahlers verwendeten Strahlerdaten.....	22
8.3 Daten für TG-43 Dosisberechnungen zur Berechnung der Wasser-Energiedosisleistung eines Brachytherapie-Strahlers.....	23
8.4 Beschränkungen und Nachteile der TG-43 Dosisberechnung.....	23
8.5 Berechnung der Wasser-Energiedosisleistung eines Brachytherapie-Strahlers	23
8.5.1 Allgemeines	23
8.5.2 TG-43 Dosisberechnung für zylinderförmige Brachytherapie-Photonen-Strahler-in Polarkoordinaten.....	24
8.5.3 Kugelsymmetrische TG-43 Dosisberechnung für LE-Brachytherapie-Photonenstrahler	26

8.5.4	TG-43 Dosisberechnung für zylinderförmige LE- und HE-Brachytherapie-Photonen-Strahler in Zylinderkoordinaten (QA ALONG-AWAY Dosis-Daten)	27
8.5.5	Interpolation.....	28
8.6	Berechnung der Wasser-Energiedosis für temporäre und permanente Bestrahlung.....	29
8.6.1	Temporäre Bestrahlung mit einem Strahler.....	29
8.6.2	Permanente Bestrahlung mit einem Strahler	30
8.6.3	Superpositionsrechnungen.....	30
8.7	Berechnung der Wasser-Energiedosisverteilung nach anderen Verfahren	31
Anhang A (informativ)	Emissions-Spektren hypothetischer punktförmiger BT-Strahler.....	32
Anhang B (informativ)	Abstandsabhängigkeit der Photonen-Spektren und der mittleren Energie in Wasser	34
Anhang C (informativ)	Exemplarische TG-43 Strahler-Referenzdaten für die Photonen Brachytherapie	46
Anhang D (informativ)	Bestimmung von x_{max} durch Beschreibung der Messwerte des Elektrometers in Abhängigkeit von der Position des Strahlers in der Schachtionisationskammer durch ein Polynom 2. oder 3. Grades	50
Anhang E (informativ)	Abhängigkeit des Verlaufs der radialen Dosisfunktion $g(r)$ von der Phantomgröße	51
Anhang F (informativ)	Abhängigkeit der Wasser-Energiedosisleistung verschiedener Strahler vom Abstand r im Wasser	52
Anhang G (informativ)	Beispiel für die Berechnung der Kenn-Wasser-Energiedosisleistung aus der Kenn-Luftkermaleistung im TG-43 Referenzpunkt $P_{Ref}(r_0, \theta_0)$	54
Anhang H (informativ)	Beispiel einer TG-43-Dosisberechnung für einen zylinderförmigen HE-Brachytherapie-Photonen-Strahler in Polarkoordinaten	55
Anhang I (informativ)	Beispiel einer TG-43 Dosisberechnung für einen zylinderförmigen HE-Brachytherapie-Photonen-Strahler in Zylinderkoordinaten (QA ALONG-AWAY Dosis-Daten)	58
Anhang J (informativ)	Beispiel zur Berechnung der erforderlichen Anfangsdosisleistung bei permanenter Bestrahlung.....	60
Anhang K (informativ)	Beispiel zur kugelsymmetrischen TG-43 Dosisberechnung für Punktstrahler	61
Anhang L (informativ)	Dosisunsicherheiten in der Photonen-Brachytherapie.....	64
Literaturhinweise		65
Stichwortverzeichnis		68

Bilder

Bild 1 —	Polarkoordinatensystem eines zylinderförmigen Strahlers (nach Per12a [30])	25
Bild 2 —	Zuordnung eines Einzelstrahlers zum Zylinderkoordinatensystem der auf die Luft-Kermastärke normierten Wasser-Energiedosisleistungstabellen (QA along-away Dosis-Daten)	27
Bild A.1 —	Emissions-Spektrum eines punktförmigen ^{125}I -Strahlers (Bal06 [4])	32
Bild A.2 —	Emissions-Spektrum eines punktförmigen ^{192}Ir -Strahlers (Bal06 [4]).....	33
Bild A.3 —	Emissions-Spektrum eines punktförmigen ^{60}Co -Strahlers (Bal06 [4]).....	33

Bild B.1 — Relative spektrale Photonenfluenz eines punktförmigen ^{125}I -Strahlers für verschiedene Abstände (0,015 cm, 1 cm und 5 cm) vom Strahler-Mittelpunkt (Cho15a [11])	37
Bild B.2 — Relative spektrale Photonenfluenz eines ^{192}Ir -Strahlers für verschiedene Abstände (0,0475 cm, 1 cm und 5 cm) vom Strahler-Mittelpunkt (Cho15a [11]).....	40
Bild B.3 — Relative spektrale Photonenfluenz eines punktförmigen ^{60}Co -Strahlers für verschiedene Abstände (0,015 cm, 1 cm und 5 cm) vom Strahler-Mittelpunkt (Cho15a [11])	43
Bild B.4 — Änderung der mittleren Photonenenergie E_F mit dem Abstand r des interessierenden Punktes von der Achse eines Brachytherapie Photonenstrahlers für verschiedene Nuklide (Cho15b [12] modifiziert)	45
Bild C.1 — Primär- und Streustrahlungsseparierte (PSS) Dosisdaten und Gesamtdosis eines exemplarischen ^{125}I Strahlertyps (Tay08 [39])	47
Bild C.2 — Primär- und Streustrahlungsseparierte (PSS) Dosisdaten und Gesamtdosis eines exemplarischen ^{192}Ir Strahlertyps (Tay08 [39])	48
Bild C.3 — Primär- und Streustrahlungs-separierte (PSS) Dosisdaten und Gesamtdosis eines exemplarischen ^{60}Co Strahlertyps (Vij12 [40])	49
Bild D.1 — Messwerte der Ladung pro 15 s Messzeit in Abhängigkeit von der Position des Strahlers auf der Mittelachse einer Schachtionisationskammer in 1 mm Inkrementen.....	50
Bild E.1 — Radiale Dosisfunktion $g_L(r)$ für einen exemplarischen HE ^{192}Ir -Photonenstrahler in Wasser bei verschiedenen Phantomradien (Sch15 [37]).....	51
Bild F.1 — Abhängigkeit der auf die Luftkermastärke normierten Wasser-Energiedosisleistung vom Abstand r in der Strahler-Transversalebene für verschiedene Brachytherapie-Strahlertypen in Wasser	52
Bild F.2 — Abstandsabhängigkeit der mit dem Quadrat des radialen Abstandes r multiplizierten und auf die Luftkerma-Stärke normierte Wasser-Energiedosisleistungswerte für verschiedene Brachytherapie-Strahlertypen in Wasser	53
Bild I.1 — Dosis-Berechnungspunkt $P(r = 2\text{ cm}, \theta = 40^\circ)$ in Polarkoordinaten.....	58
Bild I.2 — Dosis-Berechnungspunkt $P(Y = 1,29\text{ cm}, Z = 1,53\text{ cm})$ in Zylinderkoordinaten.....	59

Tabellen

Tabelle 1 — Zuordnung der wichtigsten Anforderungen und Regeln dieser Norm an Hersteller und Anwender von Strahlern, Bestrahlungseinrichtungen und Bestrahlungs-Planungssystemen für die Brachytherapie mit Photonenstrahlung	8
Tabelle 2 — Einheiten nach TG-43 und Umrechnung in SI-Einheiten	10
Tabelle 3 — Radionuklidspezifische Charakteristika von drei Radionukliden, die in der Photonen-Brachytherapie häufig verwendet werden Bal06 [4].....	11
Tabelle 4 — Einige Charakteristika von drei exemplarischen Strahlertypen, die in der Photonen-Brachytherapie häufig verwendet werden (z. B. ESTRO TG43 [16] und Bal06 [4]).....	12
Tabelle 5 — QA along-away Dosis-Daten, d. h. die auf die Luftkerma-Stärke normierten Wasser-Energiedosisleistungswerte in cGy/(hU) für einen exemplarischen ^{192}Ir -HE Strahlertyp	28

Tabelle H.1 — Abhängigkeit des Radialfunktion $g_L(r)$ vom Abstand r in der Strahler- Transversalebene für den exemplarischen ^{192}Ir -HDR Strahlertyp in Wasser	55
Tabelle H.2 — Anisotropiefunktion $F(r, \theta)$ für den exemplarischen ^{192}Ir -HDR Strahlertyp.....	56
Tabelle H.3 — Exemplarische TG-43 Dosisberechnung der Wasser-Energiedosisleistung im Dosis-Berechnungspunkt $P(r = 2 \text{ cm}, \theta = 40^\circ)$ zum Zeitpunkt t_0 für einen exemplarischen ^{192}Ir -HDR Strahlertyp.....	57
Tabelle K.1 — Auf die Luftkerma-Stärke normierte Wasser-Energiedosisleistung als Funktion des Abstandes r für den exemplarischen Strahlertyp.....	61
Tabelle K.2° — Koordinaten der Mittelpunkte Q_i der 47 Seeds, deren Abstände zum Dosisberechnungspunkt $P(x = 6,25 \text{ cm}, y = 3,3 \text{ cm}, z = 1,5 \text{ cm})$ und die jeweiligen Dosisbeiträge der 47 Seeds im Dosisberechnungspunkt P	62
Tabelle L.1° — Relative Unsicherheiten der der Photonen-Brachytherapie für LE- und HE- Strahler (DeW11 [13]).....	64