

E DIN 6800-2:2025-09 (D)

Erscheinungsdatum: 2025-08-22

Dosismessverfahren nach der Sondenmethode für Photonen- und Elektronenstrahlung - Teil 2: Dosimetrie hochenergetischer Photonen- und Elektronenstrahlung mit Ionisationskammern

Inhalt	Seite
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Messprinzip und Messverfahren	8
5 IONISATIONSKAMMERN	9
5.1 Auswahl der Bauart von IONISATIONSKAMMERN	9
5.1.1 Allgemeines	9
5.1.2 Hochenergetische PHOTONENSTRAHLUNG	9
5.1.3 Hochenergetische ELEKTRONENSTRAHLUNG	9
5.2 Daten von IONISATIONSKAMMERN	10
5.3 Positionierung von IONISATIONSKAMMERN bei der Messung	11
6 Phantome	12
6.1 Dimensionierung und Einstrahlrichtung	12
6.2 Äquivalente Wasserschichtdicke der Phantomwand bei horizontaler Einstrahlung	13
7 Allgemeines zur Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS	13
7.1 Gleichung zur Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS	13
7.2 KALIBRIERKOEFFIZIENT und BEZUGSBEDINGUNGEN FÜR DIE KALIBRIERUNG	14
7.3 KORREKTIONSFAKTOREN	17
7.3.1 Allgemeines	17
7.3.2 KORREKTIONSFAKTOR k_{ρ} zur Berücksichtigung des Einflusses der Luftdichte	17
7.3.3 KORREKTIONSFAKTOR k_{elec} der Anzeige des Elektrometers	18
7.3.4 KORREKTIONSFAKTOR k_S zur Berücksichtigung der Rekombination von Ladungsträgern	18
7.3.5 KORREKTIONSFAKTOR k_P zur Berücksichtigung der Änderung des Polaritätseffektes	19
7.3.6 KORREKTIONSFAKTOREN $k_{Q_R, Q_0}^{f_R, f_0}$ und k_{Q, Q_R}^{f, f_R} zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Eigenschaften des Strahlungsfeldes am Messort	20
8 Messung der Wasser-Energiedosis in Photonenstrahlungsfeldern	22
8.1 STRAHLUNGSQUALITÄTSINDEX der einfallenden PHOTONENSTRAHLUNG	22
8.1.1 ^{60}Co -Gammastrahlung	22
8.1.2 Hochenergetische Photonenstrahlung aus klinischen Linearbeschleunigern	22
8.2 REFERENZBEDINGUNGEN FÜR DIE DOSISMESSUNG in hochenergetischen Photonenstrahlungsfeldern	24
8.3 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS unter REFERENZBEDINGUNGEN	24
8.3.1 Positionierung der Ionisationskammer	24
8.3.2 Bestimmung des Korrektionsfaktors $k_{Q_R, Q_0}^{f_R, f_0}$	24
8.4 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS unter NICHT-REFERENZBEDINGUNGEN	26
8.4.1 Allgemeines	26
8.4.2 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS auf dem ZENTRALSTRAHL in einer von der Referenztiefe abweichenden Messtiefe	26
8.4.3 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS bei einer von der Referenzfeldgröße abweichenden FELDGRÖSSE	28
8.4.4 Messung der Wasser-Energiedosis in ausgleichsfilterfreien Photonenfeldern (FFF)	28
9 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS in Elektronenstrahlungsfeldern aus Beschleunigern	30
9.1 STRAHLUNGSQUALITÄTSINDEX der einfallenden ELEKTRONENSTRAHLUNG	30
9.2 REFERENZBEDINGUNGEN FÜR DIE DOSISMESSUNG in Elektronenstrahlungsfeldern klinischer Linearbeschleuniger	30
9.2.1 Referenztiefe für die Dosismessung in Elektronenstrahlungsfeldern	30
9.3 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS unter REFERENZBEDINGUNGEN	31
9.3.1 Positionierung der Ionisationskammer	31
9.3.2 Bestimmung des Korrektionsfaktors $k_{Q_R, Q_0}^{f_R, f_0}$	31

9.3.3	Kalibrierung von Ionisationskammern durch den Anwender	34
9.4	Messung der Wasser-Energiedosis unter Nicht-Referenzbedingungen	36
9.4.1	Allgemeines	36
9.4.2	Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS auf dem ZENTRALSTRAHL im Dosismaximum	36
9.4.3	Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS im Referenzpunkt bei einer von der Referenzfeldgröße abweichenden FELDGRÖSSE	38
10	Bestimmung der MESSUNSICHERHEIT	39
10.1	Allgemeines	39
10.2	MESSUNSICHERHEIT bei der Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS	39
10.3	Messunsicherheit der Wasser-Energiedosis in Photonenstrahlungsfeldern	40
10.3.1	Messung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen	40
10.3.2	Messung der Wasser-Energiedosis unter Nicht-Referenzbedingungen	41
10.4	Messunsicherheit der Wasser-Energiedosis in Elektronenstrahlungsfeldern	41
10.4.1	Messung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen	41
10.4.2	Messung der Wasser-Energiedosis unter Nicht-Referenzbedingungen	43
Anhang A	(normativ) KALIBRIERKOEFFIZIENTEN für mehrere Strahlungsqualitäten	45
Anhang B	(informativ) Werte des Korrektionsfaktors $k_{Q_R, Q_0}^{f_R, f_0}$	46
B.1	Allgemeines	46
B.2	Hochenergetische Photonenstrahlung aus klinischen Linearbeschleunigern	47
B.3	Hochenergetische Elektronenstrahlung aus klinischen Linearbeschleunigern	48
Anhang C	(normativ) Experimentelle Bestimmung des Korrektionsfaktors k_S	50
C.1	Allgemeines	50
C.2	Gepulste Photonen- und Elektronenstrahlung	50
C.2.1	Experimentelle Bestimmung von k_S aus dem Jaffé-Diagramm	50
C.2.2	Experimentelle Bestimmung von k_S mit der Zwei-Spannungen-Methode	53
C.3	Kontinuierliche Strahlung	53
Anhang D	(informativ) Messung relativer Tiefen-Energiedosisverteilungen in Elektronenfeldern	55
D.1	Allgemeines	55
D.2	Positionierung der Ionisationskammer	55
D.3	Bestimmung des Korrektionsfaktors k_{Q, Q_R}^{f, f_R}	56
D.4	Messunsicherheit des Korrektionsfaktors k_{Q, Q_R}^{f, f_R}	57
Anhang E	(informativ) Messunsicherheit	58
E.1	Messfehler und Messunsicherheit	58
E.2	Ermittlung von MESSUNSICHERHEITEN	58
E.2.1	MESSUNSICHERHEIT vom Typ-A	58
E.2.2	MESSUNSICHERHEIT vom Typ-B	59
E.3	Kombinierte und erweiterte Messunsicherheit	60
Anhang F	(informativ) Messprotokollvorlagen	62
F.1	Allgemeines	62
F.2	Bestimmung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen — Photonen	65
Literaturhinweise	68

Bilder

Bild 1	— Relative Tiefen-Energiedosiskurven in Elektronenstrahlungsfeldern mit gleicher nomineller Energie der einfallenden Elektronen (10 MeV), aber unterschiedlicher FELDGRÖSSE	38
Bild C.1	— Beispiel eines Jaffé-Diagramms einer KOMPAKTKAMMER vom Typ NE2561 in einem gepulsten Elektronenstrahlungsfeld eines klinischen Beschleunigers. Zur Vereinfachung der Darstellung wurden hier die Kehrwerte der Spannung auf den Bezugswert $U_0 = 200$ V und die Anzeigen auf die Anzeige bei der Spannung $M(U_0)$ normiert. In dieser Darstellung liefert der Achsenabschnitt der Extrapolationsgerade direkt den Kehrwert des Korrektionsfaktors k_S	52

9.3.3	Kalibrierung von Ionisationskammern durch den Anwender	34
9.4	Messung der Wasser-Energiedosis unter Nicht-Referenzbedingungen	36
9.4.1	Allgemeines	36
9.4.2	Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS auf dem ZENTRALSTRAHL im Dosismaximum	36
9.4.3	Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS im Referenzpunkt bei einer von der Referenzfeldgröße abweichenden FELDGRÖSSE	38
10	Bestimmung der MESSUNSICHERHEIT	39
10.1	Allgemeines	39
10.2	MESSUNSICHERHEIT bei der Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS	39
10.3	Messunsicherheit der Wasser-Energiedosis in Photonenstrahlungsfeldern	40
10.3.1	Messung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen	40
10.3.2	Messung der Wasser-Energiedosis unter Nicht-Referenzbedingungen	41
10.4	Messunsicherheit der Wasser-Energiedosis in Elektronenstrahlungsfeldern	41
10.4.1	Messung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen	41
10.4.2	Messung der Wasser-Energiedosis unter Nicht-Referenzbedingungen	43
Anhang A (normativ)	KALIBRIERKOEFFIZIENTEN für mehrere Strahlungsqualitäten	45
Anhang B (informativ)	Werte des Korrektionsfaktors $k_{Q_R, Q_0}^{f_R, f_0}$	46
B.1	Allgemeines	46
B.2	Hochenergetische Photonenstrahlung aus klinischen Linearbeschleunigern	47
B.3	Hochenergetische Elektronenstrahlung aus klinischen Linearbeschleunigern	48
Anhang C (normativ)	Experimentelle Bestimmung des Korrektionsfaktors k_S	50
C.1	Allgemeines	50
C.2	Gepulste Photonen- und Elektronenstrahlung	50
C.2.1	Experimentelle Bestimmung von k_S aus dem Jaffé-Diagramm	50
C.2.2	Experimentelle Bestimmung von k_S mit der Zwei-Spannungen-Methode	53
C.3	Kontinuierliche Strahlung	53
Anhang D (informativ)	Messung relativer Tiefen-Energiedosisverteilungen in Elektronenfeldern	55
D.1	Allgemeines	55
D.2	Positionierung der Ionisationskammer	55
D.3	Bestimmung des Korrektionsfaktors k_{Q, Q_R}^{f, f_R}	56
D.4	Messunsicherheit des Korrektionsfaktors k_{Q, Q_R}^{f, f_R}	57
Anhang E (informativ)	Messunsicherheit	58
E.1	Messfehler und Messunsicherheit	58
E.2	Ermittlung von MESSUNSICHERHEITEN	58
E.2.1	MESSUNSICHERHEIT vom Typ-A	58
E.2.2	MESSUNSICHERHEIT vom Typ-B	59
E.3	Kombinierte und erweiterte Messunsicherheit	60
Anhang F (informativ)	Messprotokollvorlagen	62
F.1	Allgemeines	62
F.2	Bestimmung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen — Photonen	65
Literaturhinweise	68

Bilder

Bild 1	— Relative Tiefen-Energiedosiskurven in Elektronenstrahlungsfeldern mit gleicher nomineller Energie der einfallenden Elektronen (10 MeV), aber unterschiedlicher FELDGRÖSSE	38
Bild C.1	— Beispiel eines Jaffé-Diagramms einer KOMPAKTKAMMER vom Typ NE2561 in einem gepulsten Elektronenstrahlungsfeld eines klinischen Beschleunigers. Zur Vereinfachung der Darstellung wurden hier die Kehrwerte der Spannung auf den Bezugswert $U_0 = 200\text{ V}$ und die Anzeigen auf die Anzeige bei der Spannung $M(U_0)$ normiert. In dieser Darstellung liefert der Achsenabschnitt der Extrapolationsgerade direkt den Kehrwert des Korrektionsfaktors k_S	52

Bild D.1 — Nach Gleichung (D.2) berechnete Werte des KORREKTIONSFAKTORS k_{Q,Q_R}^{f,f_R} in Abhängigkeit von der HALBWERTTIEFE R_{50} und der MESSTIEFE z	57
--	----

Tabellen

Tabelle 1 — Geometrische Daten von KOMPAKTKAMMERN	10
Tabelle 2 — Geometrische Daten von FLACHKAMMERN	11
Tabelle 3 — Lage des BEZUGSPUNKTES und BEZUGSPUNKTVERSCHIEBUNG Δz für KOMPAKT- und FLACHKAMMERN	12
Tabelle 4 — BEZUGSBEDINGUNGEN FÜR DIE KALIBRIERUNG von Ionisationskammern	16
Tabelle 5 — Werte der Koeffizienten γ und δ zur Berechnung des Korrektionsfaktors k_S	19
Tabelle 6 — Werte der Parameter A_{ph} und B_{ph} zur Berechnung von $k_{Q_R,Q_0}^{f_R,f_0}$ in hochenergetischen Photonenstrahlungsfeldern	25
Tabelle 7 — Werte des Korrektionsfaktors zur Berücksichtigung des Volumeneffektes für eine Feldgröße von 10 cm × 10 cm	29
Tabelle 8 — Werte der Parameter $A_{el,Co}$, $B_{el,Co}$ und $C_{el,Co}$ zur Berechnung von $k_{Q_R,Q_{Co}}^{f_R,f_{Co}}$ in hochenergetischen Elektronenstrahlungsfeldern	32
Tabelle 9 — Werte der Parameter $A_{el,el}$, $B_{el,el}$ und $C_{el,el}$ zur Berechnung von $k_{Q,Q_{int}}^{f,f_{int}}$ in hochenergetischen Elektronenstrahlungsfeldern	33
Tabelle 10 — Typisches Messunsicherheitsbudget für die Messung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen in hochenergetischen Photonenstrahlungsfeldern	40
Tabelle 11 — Typisches Messunsicherheitsbudget für die Messung der Wasser-Energiedosis im Photonenstrahlungsfeld bei einer von der Referenzfeldgröße abweichenden FELDGRÖSSE	41
Tabelle 12 — Typisches Messunsicherheitsbudget für die Messung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen in hochenergetischen Elektronenstrahlungsfeldern unter Verwendung einer im ^{60}Co -Strahlungsfeld kalibrierten Ionisationskammer	42
Tabelle 13 — Typisches Messunsicherheitsbudget für die Messung der Wasser-Energiedosis unter Referenzbedingungen in hochenergetischen Elektronenstrahlungsfeldern unter Verwendung einer im Elektronenstrahlungsfeld kalibrierten Ionisationskammer	42
Tabelle 14 — Typisches Messunsicherheitsbudget für die Messung der Wasser-Energiedosis im Elektronenstrahlungsfeld unter Verwendung einer im ^{60}Co -Strahlungsfeld kalibrierten Ionisationskammer bei einer von der Referenzfeldgröße abweichenden FELDGRÖSSE	43
Tabelle B.1 — Nach Gleichung (13) berechnete Werte des Korrektionsfaktors $k_{Q_R,Q_{Co}}^{f_R,f_{Co}}$ für hochenergetische Photonenstrahlungsfelder mit verschiedenen Strahlungsqualitätsindizes	47
Tabelle B.2 — Nach Gleichung (23) bzw. Gleichung (24) berechnete Werte des Korrektionsfaktors $k_{Q_R,Q_{Co}}^{f_R,f_{Co}}$ für hochenergetische Elektronenstrahlungsfelder mit verschiedenen Strahlungsqualitätsindizes	48
Tabelle B.3 — Nach Gleichung (26) bzw. Gleichung (27) berechnete Werte des Korrektionsfaktors $k_{Q,Q_{int}}^{f,f_{int}}$ für hochenergetische Elektronenstrahlungsfelder mit verschiedenen Strahlungsqualitätsindizes	49