DIN 6800-2:2008-03 (D)

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

Inhalt

Seite

Vorwort 5

1 Anwendungsbereich 6

2 Normative Verweisungen 6

3 Begriffe 7

4 Messprinzip und Messverfahren 10

5 Auswahl der Bauart von IONISATIONSKAMMERN für die Dosismessung und für die Ermittlung von Dosisverteilungen 10
5.1 Allgemeines 10
5.2 PHOTONENSTRAHLUNG mit Grenzenergien von 1 MeV bis 50 MeV 10
5.3 ELEKTRONENSTRAHLUNG mit Energien von 3 MeV bis 50 MeV 10

6 Allgemeines zur Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS 11
6.1 Gleichung zur Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS 11
6.2 KALIBRIERFAKTOR und BEZUGSBEDINGUNGEN 12
6.3 EINFLUSSGRÖSSEN und KORREKTIONSFAKTOREN 13
6.4 REFERENZBEDINGUNGEN für die Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS bei PHOTONEN- und ELEKTRONENSTRAHLUNG aus Beschleunigern 13
6.5 Nicht-Referenzbedingungen und zugehörige KORREKTIONSFAKTOREN 14
6.6 PHANTOM 14
6.7 Positionierung von IONISATIONSKAMMERN bei der Messung 14
6.7.1 BEZUGSPUNKTE von KOMPAKTKAMMERN und FLACHKAMMERN 14
6.7.2 Positionierung von KOMPAKTKAMMERN 14
6.7.3 Positionierung von FLACHKAMMERN 15

7 Ermittlung der strahlungsqualitätsunabhängigen KORREKTIONSFAKTOREN 16
7.1 KORREKTIONSFAKTOR k_ρ für den Einfluss der Luftdichte 16
7.2 KORREKTIONSFAKTOR k_h für den Einfluss der Luftfeuchte 16
7.3 KORREKTIONSFAKTOR k_S für den Einfluss der unvollständigen Sättigung 16
7.4 KORREKTIONSFAKTOR k_P für den Einfluss der Polarität der Kammerspannung 17
7.5 KORREKTIONSFAKTOR k_T für andere Temperatureffekte als die Änderung der Luftdichte 18
7.6 KORREKTIONSFAKTOR k_r für den Einfluss der unterschiedlichen Positionierung von KOMPAKTKAMMERN bei der Kalibrierung und bei der Messung 18

8 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS bei PHOTONENSTRAHLUNG 20
8.1 Kennzeichnung und Ermittlung der STRAHLUNGSQUALITÄT 20
8.2 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS unter REFERENZBEDINGUNGEN 21
8.2.1 Bedeutung des KORREKTIONSFAKTORS k_Q 21
8.2.2 Experimentelle Werte des KORREKTIONSFAKTORS k_Q 21
8.2.3 Berechnete Werte des KORREKTIONSFAKTORS k_Q 21
8.3 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS unter Nicht-Referenzbedingungen 26
8.3.1 Allgemeines 26
8.3.2 Werte des KORREKTIONSFAKTORS k_NR 26

9 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS bei ELEKTRONENSTRAHLUNG 26
9.1 STRAHLUNGSQUALITÄT und REFERENZTIEFE 26
9.1.1 Kennzeichnung und Ermittlung der STRAHLUNGSQUALITÄT 26
9.1.2 Festlegung der Referenztiefe 27
9.2 Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS unter REFERENZBEDINGUNGEN 27
9.2.1 Bedeutung des KORREKTIONSFAKTORS k_E 27

9.2.2 Experimentelle Werte des KORREKTIONSFAKTORS k_E ... 27
9.2.3 Berechnung des KORREKTIONSFAKTORS k_E ... 27
9.2.4 Berechnung von k'_E ... 28
9.2.5 Berechnung von k''_E ... 28
9.3 Messungen unter Nicht-Referenzbedingungen ... 33
9.3.1 Allgemeines ... 33
9.3.2 Berechnung des KORREKTIONSFAKTORS k_{NR} ... 34
9.3.3 Einfluss der FELDGRÖSSE ... 36
10 Messunsicherheitsanalyse ... 37
10.1 Allgemeines ... 37
10.2 MESSUNSICHERHEITEN bei der Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS ... 37
10.3 MESSUNSICHERHEITEN der Eingangsgrößen ... 38
10.3.1 KALIBRIERFAKTOR N ... 38
10.3.2 Um die Nullanzeige M_0 verminderte ANZEIGE M des Dosimeters ... 38
10.3.3 Korrektion für den Einfluss der Luftdichte k_ρ ... 38
10.3.4 Korrektion für den Einfluss der Luftfeuchte k_h ... 38
10.3.5 Korrektion für den Einfluss der unvollständigen Sättigung k_S ... 39
10.3.6 Korrektion für den Einfluss der Polarität der Kammerspannung k_p ... 39
10.3.7 Korrektion für andere Temperatureffekte als die Änderung der Luftdichte k_T ... 39
10.3.8 Korrektion für die Abweichung von REFERENZBEDINGUNGEN k_{NR} ... 39
10.3.9 Korrektion für den Einfluss der STRAHLUNGSQUALITÄT der PHOTONENSTRAHLUNG k_Q ... 40
10.3.10 Korrektion für den Einfluss der STRAHLUNGSQUALITÄT der ELEKTRONENSTRAHLUNG k_E ... 40
10.4 Beispiele des Messunsicherheitsbudgets für Messungen der WASSER-ENERGIEDOSIS unter REFERENZBEDINGUNGEN ... 40
Anhang A (normativ) Korrektion der unvollständigen Sättigung ... 44
A.1 Experimentelle Bestimmung des KORREKTIONSFAKTORS k_S ... 44
A.2 Bestimmung des KORREKTIONSFAKTORS k_S für ausgewählte IONISATIONSKAMMERN ... 46
Anhang B (informativ) Berechnung der strahlungsqualitätsabhängigen KORREKTIONSFAKTOREN ... 49
B.1 Verfahren zur Berechnung der KORREKTIONSFAKTOREN von IONISATIONSKAMMERN als Bragg-Gray-Sonden ... 49
B.2 Zur Positionierung von KOMPAKTKAMMERN und FLACHKAMMERN ... 52
B.2.1 Berücksichtigung des Verdrängungseffektes bei KOMPAKTKAMMERN ... 52
B.2.2 Berücksichtigung des Kammermaterials und des Verdrängungseffektes bei FLACHKAMMERN ... 52
B.3 Verfahren zur Berechnung des KORREKTIONSFAKTORS k_Q für PHOTONENSTRAHLUNG ... 53
B.3.1 Ermittlung von k'_Q für KOMPAKTKAMMERN ... 53
B.3.2 Ermittlung von k''_Q für KOMPAKTKAMMERN ... 53
B.3.3 Ermittlung des KORREKTIONSFAKTORS k_Q für FLACHKAMMERN ... 54
B.4 Verfahren zur Berechnung des KORREKTIONSFAKTORS k_E für ELEKTRONENSTRAHLUNG ... 54
B.4.1 Ermittlung von k'_E ... 54
B.4.2 Ermittlung von k''_E ... 54
Anhang C (normativ) Experimentelle Ermittlung von k''_E für FLACHKAMMERN ... 56
Anhang D (informativ) Der Einfluss der Luftfeuchte auf das ANSPRECHVERMÖGEN ... 57
Literaturhinweise ... 58
Stichwortverzeichnis ... 61

Tabellen

Tabelle 1 — Zusammenstellung der EINFLUSSGRÖSSEN und der BEZUGSBEDINGUNGEN ... 12
Tabelle 2 — Geometrische REFERENZBEDINGUNGEN für die Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS bei PHOTONEN- und ELEKTRONENSTRAHLUNG aus Beschleunigern ... 13

Tabelle 3 — Elektronendichte (Elektronenzahl/Volumen) $\rho_e = (\rho/m_u)\,(Z/A_r)_{eff}$ [a] für einige Stoffe 15

Tabelle 4 — Berechnung des Korrektionsfaktors k_S: Werte für die in Gleichung (3) einzusetzenden Koeffizienten, angegeben für typische Bauarten von IONISATIONSKAMMERN, sowie Gültigkeitsbereiche von Gleichung (3) für die DOSIS pro Puls D^P und Kammerspannung U 17

Tabelle 5 — Werte des Korrektionsfaktors k_r für Kompaktkammern 19

Tabelle 6 — Werte des KORREKTIONSFAKTORS k_Q für den Bereich hochenergetischer PHOTONENSTRAHLUNG mit einem STRAHLUNGSQUALITÄTSINDEX zwischen 0,5 und 0,84. Diese Werte wurden aus den Werten von k_Q nach TRS 398 durch Multiplikation mit dem Faktor $(p_{dis})_{Co}/(p_{dis})_Q$ erhalten (siehe B.2.1) 22

Tabelle 7 — Für die Berechnung von k''_E benötigte Werte des Innenradius r des Kammervolumens von KOMPAKTKAMMERN, des Wand-Störungsfaktors $(p_{wall})_{Co}$ für ^{60}Co-Gammastrahlung und des Verhältnisses der Störungsfaktoren $\frac{(p_{cel})_{R_{50}}}{(p_{cel})_{Co}}$ nach TRS 398 29

Tabelle 8 — Beispiele für berechnete Werte von k''_E für ELEKTRONENSTRAHLUNG als Funktion der STRAHLUNGSQUALITÄT R_{50} für eine Reihe von KOMPAKTKAMMERN. 31

Tabelle 9 — Werte von k''_E für einige Bauarten von FLACHKAMMERN, die nach dem in Anhang C angegebenen Verfahren experimentell ermittelt wurden 33

Tabelle 10 — Verhältnis der beschränkten Massen-Stoßbremsvermögen von Wasser zu Luft als Funktion der auf die HALBWERTTIEFE bezogenen Tiefe nach Gleichung (19). Die Tabellenwerte dienen nicht zur Auswertung, sondern zur Veranschaulichung und Kontrolle 35

Tabelle 11 — Messunsicherheitsbudget für die Dosimetrie hochenergetischer PHOTONENSTRAHLUNG aus Beschleunigern mit KOMPAKTKAMMERN 40

Tabelle 12 — Messunsicherheitsbudget für die Dosimetrie hochenergetischer ELEKTRONENSTRAHLUNG mit KOMPAKTKAMMERN 41

Tabelle 13 — Messunsicherheitsbudget für die Dosimetrie hochenergetischer ELEKTRONENSTRAHLUNG mit FLACHKAMMERN 43

Tabelle B.1 — Werte des Faktors $k'_Q = \left(s^{\Delta}_{w,a}\right)_Q / \left(s^{\Delta}_{w,a}\right)_{Co}$ für Δ = 10 keV in Abhängigkeit vom STRAHLUNGSQUALITÄTSINDEX Q für eine Tiefe von 10 cm, einem Fokus-Oberflächen-Abstand von 100 cm und einer FELDGRÖSSE von 10 cm × 10 cm in der Messtiefe. Die in [25] angegebenen Zahlenwerte der Massen-Stoßbremsvermögensverhältnisse für die STRAHLUNGSQUALITÄT Q wurden durch das Massen--Stoßbremsvermögensverhältnis 1,133 für ^{60}Co-Gammastrahlung dividiert 53