

# DIN 6809-4:2020-04 (D)

## Klinische Dosimetrie - Teil 4: Röntgentherapie mit Röntgenröhrenspannungen zwischen 10 kV und 300 kV

---

| Inhalt   | Seite |
|--|-------|
| Vorwort.....   | 5     |
| 1 Anwendungsbereich.....   | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....   | 6     |
| 3 Begriffe .....   | 6     |
| 4 Dosisgrößen .....  | 10    |
| 5 Dosimetrie im Bereich der WEICHSTRAHLTHERAPIE.....                       | 10    |
| 5.1 Allgemeines.....   | 10    |
| 5.2 Anforderungen an die zur Messung eingesetzten IONISATIONSKAMMERN ..... | 10    |
| 5.2.1 Bauart.....  | 10    |
| 5.2.2 Kalibrierung.....  | 10    |
| 5.3 Anforderungen an das zur Messung eingesetzte Phantom.....              | 11    |
| 5.3.1 Maße .....   | 11    |
| 5.3.2 Phantommaterial .....  | 11    |
| 5.4 Bestimmung der WASSER-ENERGIEDOSIS.....                                | 11    |
| 5.4.1 Gleichung zur Bestimmung der WASSER-ENERGIEDOSIS.....                | 11    |
| 5.4.2 KORREKTIONSFAKTOR $k_{Q,M}$ .....                                    | 12    |
| 5.4.3 KORREKTIONSFAKTOR $k_Z$ .....  | 13    |
| 5.4.4 KORREKTIONSFAKTOR $k_g$ .....  | 13    |
| 5.5 Ermittlung der Gewebe-Oberflächendosis.....                            | 13    |
| 5.6 Messung von DOSISPROFILIEN auf der STRAHLENFELDACHSE .....             | 14    |
| 5.7 Qualitative Methoden.....  | 15    |
| 5.8 Tubusstrahlung.....  | 15    |
| 6 Dosimetrie im Bereich der HARTSTRAHLTHERAPIE.....                        | 15    |
| 6.1 Allgemeines.....   | 15    |
| 6.2 Anforderungen an die zur Messung eingesetzten IONISATIONSKAMMERN ..... | 15    |
| 6.2.1 Bauart.....  | 15    |
| 6.2.2 Kalibrierung.....  | 15    |
| 6.3 Anforderungen an das zur Messung eingesetzte Phantom.....              | 16    |
| 6.3.1 Maße .....   | 16    |
| 6.3.2 Phantommaterial .....  | 16    |
| 6.4 Bestimmung der WASSER-ENERGIEDOSIS im Phantom.....                     | 16    |
| 6.4.1 Gleichung zur Bestimmung der WASSER-ENERGIEDOSIS.....                | 16    |
| 6.4.2 KORREKTIONSFAKTOR $k_{Q,M}$ .....                                    | 17    |
| 6.4.3 KORREKTIONSFAKTOR $k_Z$ für die Tiefe im Phantom .....               | 17    |
| 6.5 Bestimmung der Gewebe-Oberflächendosis .....                           | 18    |
| 6.6 Messung von DOSISPROFILIEN auf der STRAHLENFELDACHSE .....             | 18    |
| 6.7 Qualitative Methoden.....  | 19    |
| 7 Bestimmung der STRAHLUNGSQUALITÄT.....                                   | 19    |
| 7.1 Allgemeines.....   | 19    |
| 7.2 Kenngrößen zur Charakterisierung der STRAHLUNGSQUALITÄT .....          | 19    |
| 7.3 Bestimmung der Halbwertschichtdicke.....                               | 19    |
| 8 Messungen zur KONSTANZPRÜFUNG.....                                       | 20    |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 8.1    | Allgemeines.....  | 20 |
| 8.2    | Messaufbau für den Bereich der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG von 10 kV bis 100 kV.....  | 20 |
| 8.3    | Messaufbau für den Bereich der RÖNTGENRÖHRENSPANNUNG von 100 kV bis 300 kV.....   | 21 |
| 9      | Bestimmung der MESSUNSICHERHEIT.....  | 22 |
| 9.1    | Allgemeines.....  | 22 |
| 9.2    | MESSUNSICHERHEIT bei der Ermittlung der WASSER-ENERGIEDOSIS.....  | 22 |
| 9.3    | MESSUNSICHERHEITEN der Eingangsgrößen.....  | 23 |
| 9.3.1  | KALIBRIERFAKTOR $N$ .....   | 23 |
| 9.3.2  | Um die NULLANZEIGE verminderte ANZEIGE des DOSIMETERS $M - M_0$ .....   | 23 |
| 9.3.3  | Korrektur für den Einfluss der Luftdichte $k_\rho$ .....  | 24 |
| 9.3.4  | Korrektur für den Einfluss der Luftfeuchte $k_h$ .....  | 25 |
| 9.3.5  | Korrektur für den Einfluss der unvollständigen Sättigung $k_S$ .....  | 25 |
| 9.3.6  | Korrektur für den Einfluss der Polarität der Kammerspannung $k_p$ .....   | 25 |
| 9.3.7  | Korrektur für andere Temperatureffekte als die Änderung der Luftdichte $k_T$ .....  | 26 |
| 9.3.8  | KORREKTIONSFAKTOR zur Berücksichtigung des Einflusses der STRAHLUNGSQUALITÄT der PHOTONENSTRAHLUNG $k_{Q,M}$ .....  | 26 |
| 9.3.9  | KORREKTIONSFAKTOR $k_z$ zur Berücksichtigung der Abweichung der Messtiefe $z$ von der Bezugstiefe (siehe 5.4.3 und 6.4.3).....  | 26 |
| 9.3.10 | KORREKTIONSFAKTOR $k_g$ zur Berücksichtigung der Abweichung des FOKUS-Messort-Abstandes und der Feldgröße von den BEZUGSWERTEN im Weichstrahlbereich (siehe 5.4.4)..... | 26 |
| 9.3.11 | KORREKTIONSFAKTOR $k_F$ zur Berücksichtigung der Abweichung der Feldgröße von der Bezugfeldgröße im Hartstrahlbereich (siehe 6.4.1).....                                | 27 |
| 9.4    | Beispiele für Messunsicherheitsbudgets.....   | 27 |
|        | Anhang A (informativ) Berechnete DOSISPROFILE auf der STRAHLENFELDACHSE.....  | 29 |
|        | Anhang B (informativ) Einflussgrößen für die Dosisbestimmung am PATIENTEN.....  | 31 |
| B.1    | Allgemeines.....  | 31 |
| B.2    | Rück- und Seitwärtsstreuung.....  | 31 |
| B.3    | Einfluss des Photoeffektes.....   | 32 |
|        | Literaturhinweise.....  | 34 |
|        | Stichwortverzeichnis.....   | 36 |

## Bilder

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Bild 1   | — Messaufbau zur Bestimmung der DOSISPROFILE auf der STRAHLENFELDACHSE im Bereich der WEICHSTRAHLTHERAPIE.....  | 14 |
| Bild 2   | — Messaufbau zur Bestimmung des DOSISPROFILS auf der STRAHLENFELDACHSE im Bereich der HARTSTRAHLTHERAPIE.....   | 18 |
| Bild 3   | — Messaufbau zur Durchführung der KONSTANZPRÜFUNG im Weichstrahlbereich.....  | 21 |
| Bild 4   | — Messaufbau zur Durchführung der KONSTANZPRÜFUNG im Hartstrahlbereich.....   | 21 |
| Bild A.1 | — DOSISPROFILE der STRAHLUNGSQUALITÄTEN nach Tabelle 2 für eine Feldgröße von 3 cm Durchmesser und einem FOKUS-OBERFLÄCHEN-ABSTAND von 30 cm.....                                 | 29 |
| Bild A.2 | — DOSISPROFILE der STRAHLUNGSQUALITÄTEN TH 100 und TH 300 nach Tabelle 5 für Feldgrößen mit Durchmesser 5 cm, 10 cm und 15 cm und einem FOKUS-OBERFLÄCHEN-ABSTAND von 100 cm..... | 30 |
| Bild B.1 | — Rückstrefaktoren für Wasser in der RÖNTGENTHERAPIE nach [6].....  | 31 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Bild B.2 — Relative Rückstreuung in Abhängigkeit von der Dicke des Wasser-Rückstrekörpers, bezogen auf den Messwert ohne Rückstrekörper in Abhängigkeit von der STRAHLUNGSQUALITÄT [5] .....</b> | <b>32</b> |
| <b>Bild B.3 — Verhältnis der Massenenergieabsorptionskoeffizienten zwischen Standardgeweben und Wasser als Funktion der Photonenenergie [4].....</b>  | <b>33</b> |

**Tabellen**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabelle 1 — Einflussgrößen und BEZUGSBEDINGUNGEN für die Kalibrierung im Phantom.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>Tabelle 2 — Strahlungsqualitäten für die Ermittlung des KORREKTIONSFAKTORS <math>k_{Q,M}</math> .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>Tabelle 3 — KORREKTIONSFAKTOR zur Ermittlung der Gewebe-Oberflächendosis .....</b>  | <b>14</b> |
| <b>Tabelle 4 — Einflussgrößen und BEZUGSBEDINGUNGEN FÜR DIE KALIBRIERUNG im Phantom.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>Tabelle 5 — STRAHLUNGSQUALITÄTEN für die Ermittlung des KORREKTIONSFAKTORS <math>k_{Q,M}</math> .....</b>   | <b>17</b> |
| <b>Tabelle 6 — Beispiel eines Messunsicherheitsbudgets für die Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS an einer Weichstrahltherapieeinrichtung mit einer kalibrierten IONISATIONSKAMMER.....</b> | <b>27</b> |
| <b>Tabelle 7 — Beispiel eines Messunsicherheitsbudgets für die Messung der WASSER-ENERGIEDOSIS an einer Hartstrahltherapieeinrichtung mit einer kalibrierten IONISATIONSKAMMER.....</b>  | <b>28</b> |