

Teil IV: Strahlentherapie

24 Patientenlagerung und -positionierung: Lösungen

Gernot Echner

Lösung zu 24.1

Van Herk schlägt einen isotropen Sicherheitssaum von 10mm vor um Translationen und Rotationen zu kompensieren für Prostatatumore für den diskutierten Workflow (vgl. Conclusion).

Die relative Volumenzunahme ergibt sich damit zu

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{4}{3} \pi r_1^3}{\frac{4}{3} \pi r_2^3} = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 = \left(\frac{60\text{mm}}{50\text{mm}}\right)^3 \approx 1.73$$

also 73%.

Lösung zu 24.2

Für ein Risikoorgan könnte man einfach die *EUD* minimieren:

$$EUD = \left(\frac{1}{n} \sum_i d_i^a\right)^{\frac{1}{a}} = \left(\frac{1}{n} \sum_i \left(\sum_j w_j D_{ij}\right)^a\right)^{\frac{1}{a}}$$

Die Ableitung der *EUD* nach dem Gewicht w_k von Fluenzelement k ist gegeben durch:

$$\frac{\partial}{\partial w_k} EUD = \left(\frac{1}{n} \sum_i d_i^a\right)^{\frac{1}{a}-1} \sum_i d_i^{a-1} D_{ik}$$

Um die Konvexität der Funktion zu untersuchen, muss geprüft werden, ob die Komponenten der Hesse-Matrix H_{kl} , d.h. die partiellen zweiten Ableitung, positiv sind.

$$H_{kl} = \frac{\partial^2}{\partial w_k \partial w_l} EUD > 0$$



Lösung zu 24.3

Keine Musterlösung möglich, Leser/innen soll selbst etwas „ausprobieren“.

Lösung zu 24.4

Die Anzahl an Bixeln ergibt sich zu

$$n_B = 9 \cdot \pi \cdot \frac{(30\text{mm})^2}{(5\text{mm})^2} \approx 1000$$

Jedes Bixel hat einen Dosisbeitrag in einem Zylinder von 20cm Länge und 3cm Radius. Bei einer Auflösung von $(2\text{mm})^3$ ergibt das pro Bixel eine Anzahl von Voxeln

$$n_V = \frac{\pi \cdot (30\text{mm})^2 \cdot 200\text{mm}}{(2\text{mm})^3} \approx 70000$$

Voxel. Somit müssten 70'000'000 Dosisinfluenzwerte mindestens berechnet werden und die Matrix hätte mindestens eine Größe von 280MB. Um jedoch eine räumliche Zuordnung der Dosisinfluenzwerte innerhalb des dreidimensionalen Dosisraums zu ermöglichen müssen die Werte in einem sog. Sparse Matrix Format gespeichert werden, wofür zusätzlich Speicher benötigt wird [Zie2013].

Für einen Prostatapatienten erwartet man eine größere Dosisbeitragsmatrix; es wird mehr Gewebe durchstrahlt auf Grund des größeren Querschnitts des Abdomens verglichen mit dem Schädel.

Lösung zu 24.5

Die Pencil-Beam Dosisberechnungsmethode überschätzt im Allgemeinen die Dosis im Tumorgewebe. Der Effekt tritt umso stärker auf je kleiner das Bestrahlungsfeld und je höher die verwendete Photonenenergie ist. Gerade bei der Behandlung von Lungentumoren versucht man jedoch mit hohen Dosen und relativ kleinen Feldöffnungen zu arbeiten. Somit ist die Pencil-Beam Methode für diese Art von Behandlung in der Regel ungeeignet.



Lösung zu 24.6

Die gesamte Strahlbreite ergibt sich durch quadratische Summation der einzelnen Beiträge

$$\sigma_{tot}^2 = \sigma_{init}^2 + \sigma_{MCS}^2$$

Das laterale Dosisprofil wird durch eine Normalverteilung beschrieben; dadurch ergibt sich die Breite des lateralen Dosisabfalls von 90% auf 10% zu

$$\sqrt{-2\sigma_{tot}^2 \log 0.1} - \sqrt{-2\sigma_{tot}^2 \log 0.9}.$$

Wenn man 1.2mm, 2.9mm und 4.3mm annimmt für Kohlenstoff Ionen, Helium Ionen und Protonen, dann ergeben sich Breiten von 2.0mm, 4.9mm und 7.3mm.

