
Computerpraktikum: Angewandte Protonentherapie Abschlussprojekt

JProf. Dr. Armin Lühr
B. Sc. Johanna Wüller

Ausgabe: 10.07.2023 Abgabe: 31.08.2023

Ziele des Projekts:

- 1) Bestimmung der Strahleigenschaften zur Erstellung eines Strahlmodells für die Protonentherapie.
- 2) Planung einer Protonenbestrahlung für ein vorgegebenes Zielvolumen und Darstellung der erzeugten Dosisverteilung.
- 3) Klinische Bewertung des erstellten Plans für die Protonenbestrahlung.

Projektbericht:

Ihre Aufgabe ist es, einen eigenständigen Projektbericht zu erstellen und diesen bis zum 31.08.2023 abzugeben. Dieser basiert auf den von Ihnen durchgeführten Simulationen und Auswertungen. In dem ausführlichen Report werden alle relevanten Überlegungen (z.B. Materialwahl) und Simulationen nachvollziehbar erläutert und die erzielten Ergebnisse dargestellt. Der Bericht soll aus Text (nicht mehr als fünf Seiten) und Graphiken bestehen. Achten Sie auf Form, Verständlichkeit und Richtigkeit beim Bericht und bei den Graphiken (z.B. Einheiten).

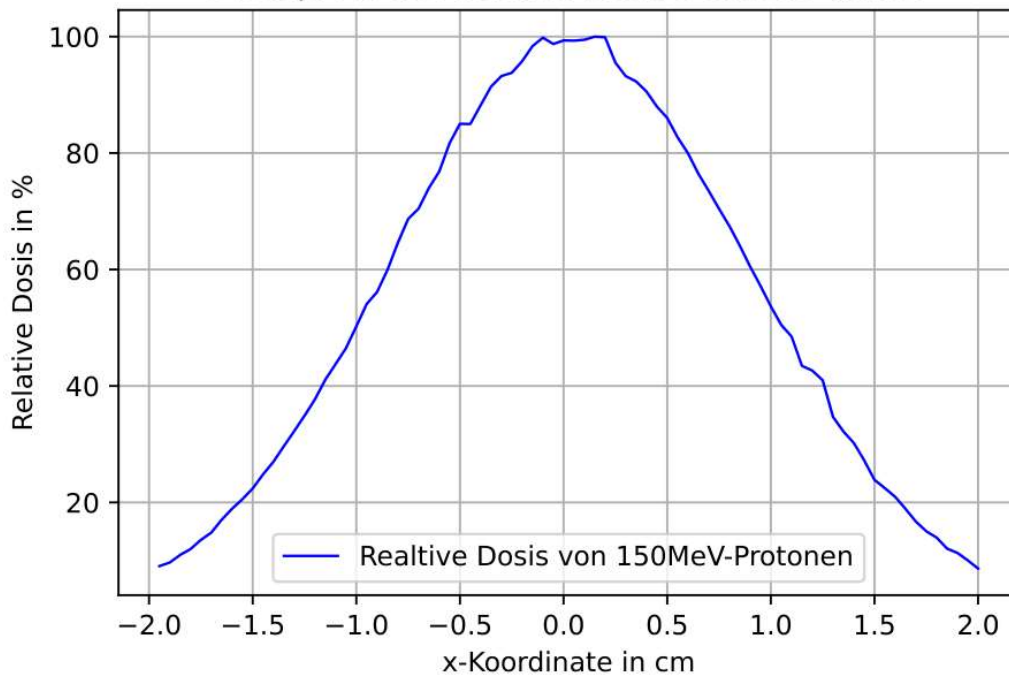
Aufgrund der begrenzten Möglichkeiten in diesem Praktikum wird vermutlich keine optimale Dosisverteilung erreicht werden können. Aus diesem Grund spielt die detaillierte Beschreibung Ihres Vorgehens eine wichtige Rolle bei der Bewertung. Falls Ihre Dosisverteilung noch nicht optimal ist, erklären Sie die Gründe hierfür und erläutern Sie, auf welche Weise die Dosisverteilung verbessert werden könnte.

Geben Sie alle verwendeten TOPAS-Parameterfiles und Python-Skripte in einer nachvollziehbaren Weise zusammen mit Ihrem Report ab.

Projektteil 1: Beam-Modelling (10 Punkte)

a) Bestimmung der initialen Spotbreite (2 Punkte)

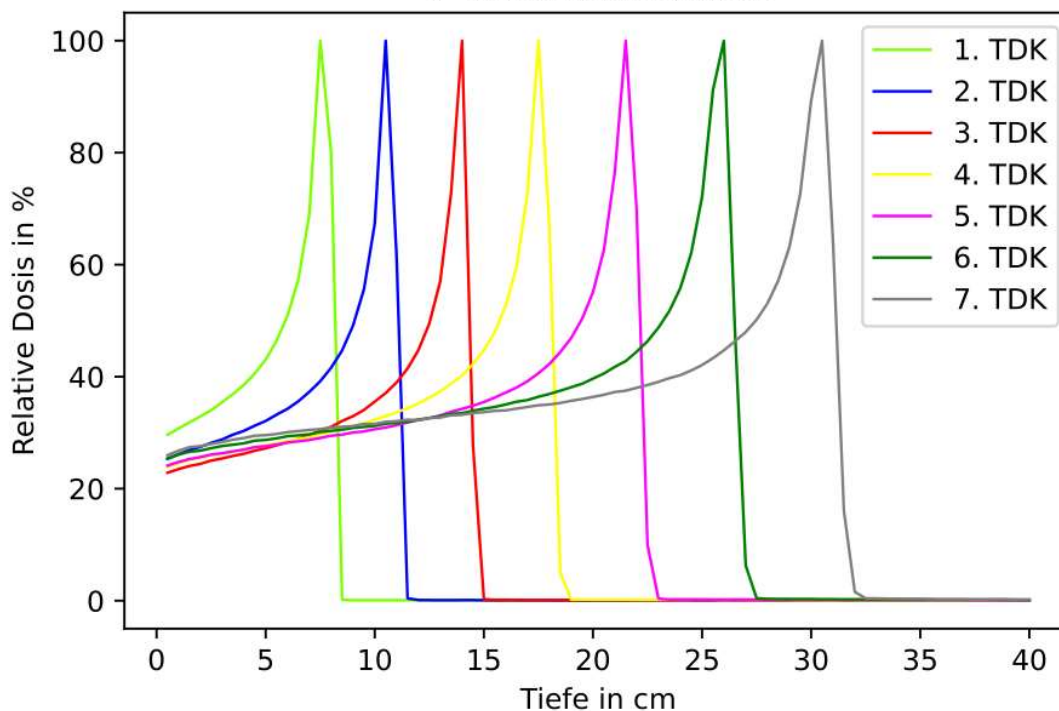
Dosisprofil im Abstand von 50 cm zur Quelle



Bestimmen Sie, basierend auf den bereitgestellten Messdaten (Profil_150MeV.csv), die initiale Spotbreite des Protonenstrahls. Das laterale Dosisprofil wurde in Luft in einem Abstand von 50 cm zur Protonenquelle gemessen.

b) Bestimmung der initialen Energien und der Energiebreite (8 Punkte)

7 Tiefendosiskurven



Die Tiefendosiskurven wurden in einem Wasserphantom, dessen Oberfläche 50cm von der Protonenquelle entfernt ist, gemessen. Bestimmen Sie die Energien sowie Energiebreiten der Protonenstrahlen basierend auf den bereitgestellten Messdaten (TDK_1.csv, TDK_2.csv, TDK_3.csv, TDK_4.csv, TDK_4.csv, TDK_6.csv und TDK_7.csv).

Hinweis: Die relative Energiebreite und initiale Spotbreite kann bei allen Tiefendosiskurven als gleich angenommen werden.

Projektteil 2: TOPAS-Simulation (13 Punkte)

a) Erzeugen der Dosisverteilung (10 Punkte)

In dem vorliegenden CT-Datensatz soll das zylinderförmige Zielvolumen `CTV_Zylinder` mit einer möglichst homogenen Dosis mit Protonen bestrahlt werden. Das umliegende Gewebe sowie die zu schonenden Risikoorgane `OAR1` und `OAR2` sollen hingegen möglichst wenig Dosis erhalten. Für die Bestrahlung wird die sogenannte Pencil Beam Scanning Methode und das in Aufgabe 1 bestimmte Strahlmodell verwendet.

b) Beschreibung der Feldform (3 Punkte)

Zur Kommunikation und aussagekräftigen Beschreibung des erzielten Bestrahlungsplans sollen die Messergebnisse auf geeignete Weise graphisch dargestellt und quantifiziert werden. Die mediane Dosis im Zielvolumen soll 60 Gy entsprechen. Die beiden Risikoorgane sollen eine Maximaldosis von 50 Gy nicht überschreiten. Außerdem soll in beiden Risikoorganen $D_{10\%} < 15 \text{ Gy}$ eingehalten werden. Anhand von charakteristischen Größen soll eingeschätzt werden, inwieweit die erzeugten Felder für eine Bestrahlung des vorgegebenen Zielvolumens grundsätzlich geeignet sind. Für nicht erreichte Anforderungen sollen mögliche Maßnahmen zur Feldformung skizziert werden, die zur besseren Erfüllung führen können.

Projektteil 3: Bewertung des Protonenplans aus klinischer Sicht in 3D Slicer (7 Punkte)

a) Klinische Beurteilung der Dosisverteilung (4 Punkte)

Visualisieren Sie die erzeugte Dosisverteilung anhand von geeigneten Isodosislينien. Anhand von bekannten klinischen Kriterien wie DVH-Parametern soll beurteilt werden, inwieweit die geplante Dosisverteilung klinischen Anforderungen in der Strahlentherapie genügt. Einzelne Aspekte können auch mit graphischen Darstellungen verdeutlicht werden.

b) Unsicherheiten (3 Punkte)

Nennen Sie potenzielle Unsicherheiten, die bei der Patientenbestrahlung mit Protonen relevant sind, die jedoch im vorliegenden Wasserphantom nicht auftreten. Skizzieren Sie mögliche Strategien, um diesen Unsicherheiten in der Patientenbestrahlung entgegenzuwirken.