

**TPS Praktikum**

## **Grundlagen**

Ramona-Gabriela Kallo  
ramonagabriela.kallo@tu-dortmund.de

Lauritz Klünder  
lauritz.kluender@tu-dortmund.de

Durchführung: -                      Abgabe: 07.06.2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

# **Inhaltsverzeichnis**

## **1 Theoretische Grundlagen**

**3**

# 1 Theoretische Grundlagen

## 1. Erläutern Sie den Ablauf einer Bestrahlungsplanung!

Für die Erstellung einer Bestrahlungsplanung sollen als erstes die wichtigsten Informationen zu der Anatomie des Patienten gesammelt werden. Das ist vor allem sehr wichtig, damit der Tumor und eventuelle Metastasen möglichst zielgenau bestrahlt zu werden. Es soll vor allem auch vermieden werden gesunde Organe oder Gewebe zu bestrahlen. Dafür kommt ein 4D-CT zum Einsatz. Der Vorteil bei diesem CT ist, dass hierbei mehrere CT-Aufnahmen pro Schnittebene aufgenommen werden und dabei den zeitlichen Verlauf während der Atmung abbilden. Das ist vor allem wichtig, weil im Abdomen- als auch im Thoraxbereich oft Verschiebungen durch die Atmung entstehen. Sobald diese Daten gesammelt wurden, kann nun die Bestrahlungsplanung schrittweise geplant werden. Dafür gibt es verschiedenste Programme für die Bestrahlung, die benutzt werden, um Tumoren, Risikoorgane und anatomische Strukturen zu kennzeichnen. Dies wird durch den Strahlentherapeut durchgeführt und im Anschluss wird die Bestrahlungsplanung hauptsächlich durch den Medizinphysik-Experten geplant. Der Arzt muss sich aber auch den Bestrahlungsplan anschauen, damit dieser an den Therapiesimulator weitergegeben werden kann. Im nächsten Schritt werden die Einstellungen am Simulator überprüft und die Bestrahlungsfeldaten an den Beschleuniger weitergeschickt. In mehreren Fraktionen erfolgt die Behandlung des Patienten.

## 2. Nennen Sie die wichtigsten Komponenten eines LINACs und erläutern Sie kurz deren Aufgaben!

*Elektronenkanone:* Die zur Beschleunigung benötigten Elektronen werden in einer Elektronenquelle erzeugt. Dies passiert in einem Bereich von 5,5 MW.

*Modulator:* enthält als wichtigstes Bauteil die Quelle zur Hochfrequenzerzeugung sowie die Steuerelektronik und die elektrische Versorgung. Die erzeugte Energie, die für die gewünschte Elektronen- und Photonenstärke notwendig ist, wird dem Mikrowellensystem zugegeben.

*Mikrowellensystem:* Als Hochfrequenzquelle erzeugt hierbei ein Klystron Mikrowellen. Die erzeugte Energie, die für die gewünschte Elektronen- und Photonenstärke notwendig ist, wird über ein Hohlwellenleitersystem von der Hochfrequenzquelle ins Beschleunigungsrohr transportiert. Dort bildet sich eine fortlaufende Welle aus, auf der die Elektronen bußen und weiter an den Beschleunigerkopf beschleunigt und weitergegeben werden.

*Umlenkmagnetsystem:* Hier wird als 270° - Ablenkung System ausgelegt und sorgt für die Umlenkung des Elektronenstrahls in den Strahlerkopf und anschließende Weiterleitung an das Target.

*Kollimatorsystem:* Um den feinen Elektronenstrahl für klinische Anwendungen nutzen zu können, muss dieser aufgeweitet werden. Hierbei werden Streufolien benötigt, die alle auf einem Drehteller fixiert sind. Bei der Erzeugung von Photonen werden die beschleunigten Elektronen auf einen Target gelenkt (Wolfram), wo sie abgebremst werden und dabei ultraharte Bremsstrahlung erzeugen.

*Steuerspulen:* Im Beschleunigerrohr kann der Elektronenstrahl auf Lage und Winkel überprüft werden.

*Monitorsystem:* Dies besteht aus einer Anzahl von Ionisationskammer, die durchstrahlt

werden und mit deren Hilfe sowohl die Dosis überwachen als auch die Homogenität des Strahlenfeldes laufend kontrollieren.

*Multilamellenkollimator*: Eine Vielzahl von Wolframscheiben, die paarweise einander gegenüberliegend angeordnet sind, können computergesteuert so verstellt werden, dass beliebig geformte Strahlfelder erzeugt werden können. Dies erlaubt eine Anpassung des Strahlquerschnitts an die Form des erkrankten Gewebe.

### **3. Definieren Sie die unterschiedlichen Bestrahlungsvolumina, die zur Findung des zu behandelnden Volumens (PTV) nötig sind.**

Bei der Behandlung maligner Erkrankungen werden folgende Bereiche unterschieden:

Das *makroskopische Tumervolumen* (GTV - Gross Tumor Volume) ist im Prinzip das durch Diagnostik maligne Gewebe.

Bei dem *klinischen Zielvolumen* (CTV - Clinical Target Volume) werden neben dem makroskopischen Tumervolumen auch Bereiche mit einbezogen, in denen mögliche infiltrierte Tumorzellen vermutet werden. Deshalb muss der zu behandelnde Bereich vergrößert werden.

Für das *Planungs Zielvolumen* (Planning Target Volume - PTV) werden nicht nur räumliche Lageverschiebungen, z.B. durch Atmung oder Peristaltik berücksichtigt sondern auch beschränkte Genauigkeit in der Reproduzierung der Lagerung des Patienten.

Das *Behandelte Volumen* (Treated Volume - TV) bezeichnet das Volumen, welches die therapeutische Dosis enthält, die als ausreichend für das Erreichen des Behandlungszieles geschätzt wird. (95 % der Herddosis)

Bei dem *Bestrahlten Volumen* (Irradiated Volume - IV) handelt es sich um das Volumen, das in Bezug auf einer therapeutischen Bestrahlung einer signifikanten Dosis exponiert wird.

### **4. Erläutern Sie den Unterschied zwischen seriellen und parallelen Organen und welche Bedeutung es für die Festlegung von Toleranzdosen (QUANTEC) hat.**

Organe werden in Untereinheiten aufgeteilt. Anhand dieser Aufteilung können Organe in serielle oder parallele Organe aufgeteilt werden. Bei seriellen Organen sind die Untereinheiten liegen die Untereinheiten in serieller Form vor. Das bedeutet, wenn eine dieser Untereinheiten beschädigt wird, ist das gesamte Organ nicht mehr im Stande seine Funktion zu erfüllen. Dazu zählt zum Beispiel das Rückenmark.

Bei parallelen Organen liegen diese Untereinheiten parallel vor. Dabei kann das Organ auch bei Beschädigung von einer dieser Untereinheiten seine Funktion, im gewissen Rahmen, noch erfüllen. Zu diesen Organen zählt zum Beispiel die Lunge.

Es gibt auch Organe, die sowohl seriell als auch parallele Untereinheiten haben, wie zum Beispiel das Herz.

Bei seriellen Organen hat Anteil des bestrahlten Volumens nur einen geringen Einfluss auf die Toleranzdosis. Bei dem Rückenmark ist die Toleranzdosis zum Beispiel für die Dosis pro 5 cm, pro 10 cm und pro 20 cm sehr ähnlich.

Bei parallelen Organen hingegen, können kleine Volumenanteile hohen Dosen ausgesetzt werden. Deshalb verringert sich die Toleranzdosis stark mit dem bestrahlten Volumen des Organs.

**5. Überlegen Sie sich, welche Aufgaben in Eclipse mit dem "Konturierungsmodul" und welche mit dem Modul "perkutane Bestrahlungsplanung" erledigt werden können.**

Mit dem Konturierungsmodul können in den CT-Bildern des Patienten der Tumor, also das Tumolvolumen und das Klinische Zielvolumen, Risikoorgane und anatomische Strukturen eingezeichnet werden. Dadurch werden die CT-Bilder des Patienten segmentiert.

Mit dem Modul der perkutanen Bestrahlungsplanung, wird der tatsächliche Bestrahlungsplan erstellt. Der Plan wird so erstellt, dass das CTV die erforderliche therapeutische Dosis erhält und die Toleranzwerte der Risikoorgane nicht überschritten werden.

**6. Erläutern Sie einen Berechnungsalgorithmus Ihrer Wahl. Den Pencil-Beam-Algorithmus:**

Dieser Algorithmus simuliert die Wechselwirkung von Photonen mit Materie, indem der Photonenstrahl in Elementarstrahlen zerlegt wird. Deren Dosisdeposition wird dabei separat berechnet. Bei diesem Algorithmus wird die Form und Gewichtung des Strahlungsfeldes durch die strahlenformenden Komponenten des Linearbeschleunigers bestimmt. Dazu gehören Blenden, Blöcke oder Lamellen des Kollimators. Beim Eintritt in das Gewebe kommt es zu Aufweichung der Einzelstrahlen und zu einer tropfenförmigen Dosisverteilung im Gewebe. Die Dosisdeposition der Strahlen in tieferen Gewebeschichten wird vereinfacht. Dabei wird die mittlere Dichte in einem Wegintervall verwendet um die Strahlschwächung zu berechnen.

Durch die Vereinfachungen, die in diesem Algorithmus gemacht werden kommt es zu Fehlerquellen. Vor allem im Feldgrenzbereich kommt es zu Abweichungen.

**Wie können Sie das in Abbildung 1.1 dargestellte Volumen mit 3 Feldern homogen bestrahlen.**

Man könnte das Volumen mit einem Feld von vorne und mit zwei Feldern von jeweils beiden Seiten bestrahlen. Durch diese Bestrahlung würden das Rektum geschont werden.