

Masterarbeit zum Thema
Modellierung des Synergy-Linearbeschleunigers mit dem Monte-Carlo-
Programmpaket „EGSnrc“

Mit Hilfe von Herstellerdaten wurde der Bestrahlungskopf unseres Linearbeschleunigers „Synergy“ (Fa. Elekta) modelliert und Dosisverteilungen quadratischer Felder in Wasser simuliert. Diese wurden mit Messwerten verglichen und das Modell nach und nach so angepasst, dass eine gute Übereinstimmung erzielt wurde. Das Modell wurde mittels inhomogenen Phantomen und zunehmend komplexeren Feldern geprüft. Schließlich wurde ein Python-Programm erstellt, welches die klinischen Patientenpläne automatisiert in Input-Dateien für EGSnrc umwandelt und damit als Schnittstelle zwischen Planungssystem und Monte-Carlo-Programm fungiert. Die simulierten Patientenpläne stimmen mit der Dosisverteilung des Bestrahlungsplanungssystem sehr gut überein.

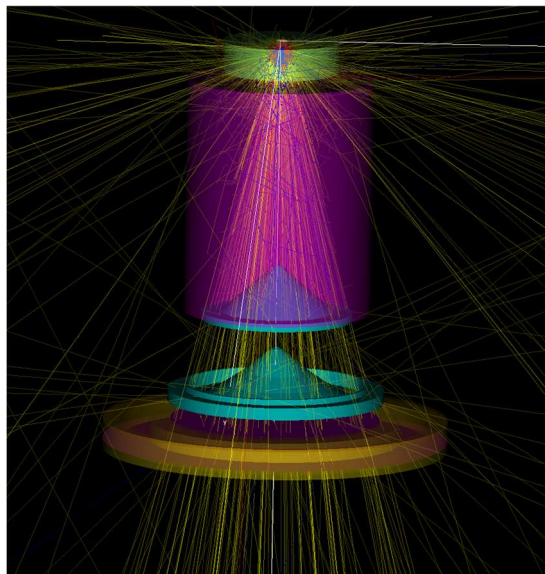


Abbildung 1 Modell eines Teils des Synergy-Beschleunigerkopfes in EGSnrc. Dargestellt sind Target, Primärkollimator, Ausgleichsfilter und Monitorsystem sowie einige simulierte Teilchen.

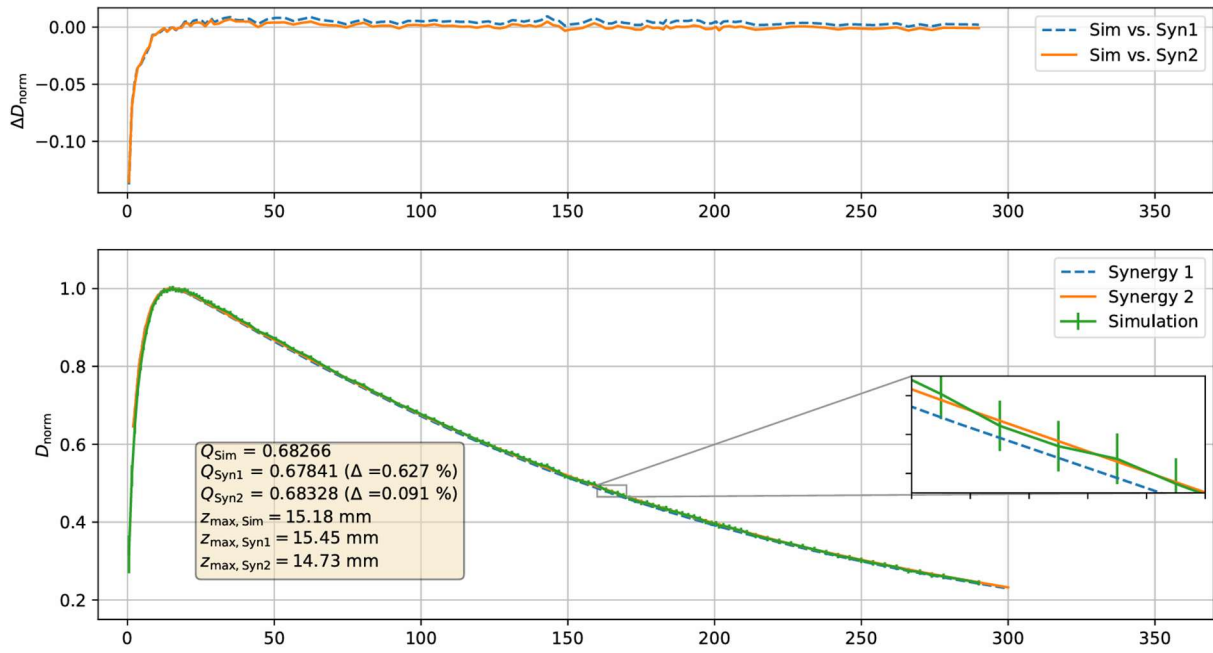


Abbildung 2 Vergleich einer simulierten Tiefendosiskurve mit den Messwerten der beiden Synergy-Maschinen des UKH

Promotionsarbeit zum Thema

Modellierung eines medizinischen MR-Linearbeschleunigers mit verschiedenen externen wissenschaftlichen Monte-Carlo-Programmen zur Verifikation von intensitätsmodulierten Patientenplänen

Eine Besonderheit eines MR-Beschleunigers aus dosimetrischer Sicht ist die dauerhafte Anwesenheit eines Magnetfelds, das aufgrund der Lorentzkraft bewegte Ladungsträger beeinflusst. Insbesondere in Regionen, in denen Bereiche unterschiedlicher Dichte aufeinander folgen (z.B. Übergang Brustwand-Lunge), kommt es zum sogenannten „electron return effect“. Die Lorentzkraft zwingt die Elektronen auf eine Kreisbahn, sodass es an der Grenzschicht zu einer deutlichen Dosispitze kommt. Dieser Effekt kann nur durch herkömmliche Dosisberechnungsalgorithmen mit Pencil Beam oder Collapsed Cone nicht berücksichtigt werden.

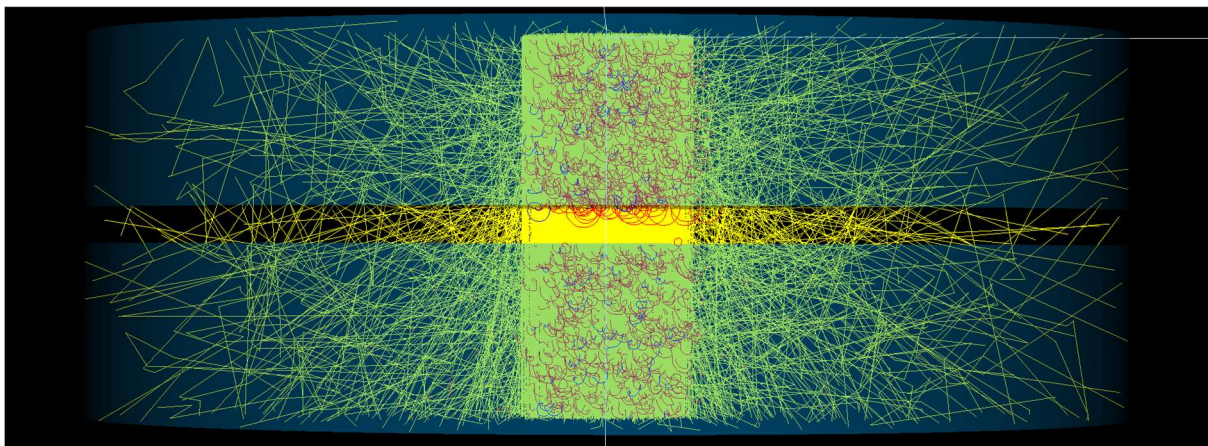


Abbildung 3 MC-Simulation unter Einfluss eines Magnetfelds. Exemplarisch dargestellt sind zwei Wasserschichten, die durch einen Luftspalt getrennt werden. Die gelben Photonen erzeugen durch Wechselwirkungen mit Wasser Elektronen (rot). Der electron return effect im Luftspalt ist gut erkennbar.

Für den MR-Linearbeschleuniger MRIdian (Fa. Viewray) werden im Rahmen meiner Doktorarbeit mittels der Monte-Carlo-Programme EGSnrc und TopasMC zwei Beschleunigermodelle erstellt und an Messungen angepasst. Dank einer Kooperation mit der Klinik für Radio-Onkologie des Universitätsspitals Zürich konnte dies bereits vor dem Aufbau des Hallenser Geräts geschehen. Für das Modell mit der besseren Übereinstimmung wird eine komplett automatisierte Planverifikationsroutine erstellt. Dies beinhaltet die Extraktion der Planparameter, die Simulation des Bestrahlungsplans, den Vergleich von geplanter und simulierter Dosis und die Erstellung eines PDF-Dokuments zur Dokumentation.

In den Abbildungen sind ein Teil der Ergebnisse einer Simulation eines Pankreas-Bestrahlungsplans dargestellt. Die Simulation dauerte 11,7 Stunden.

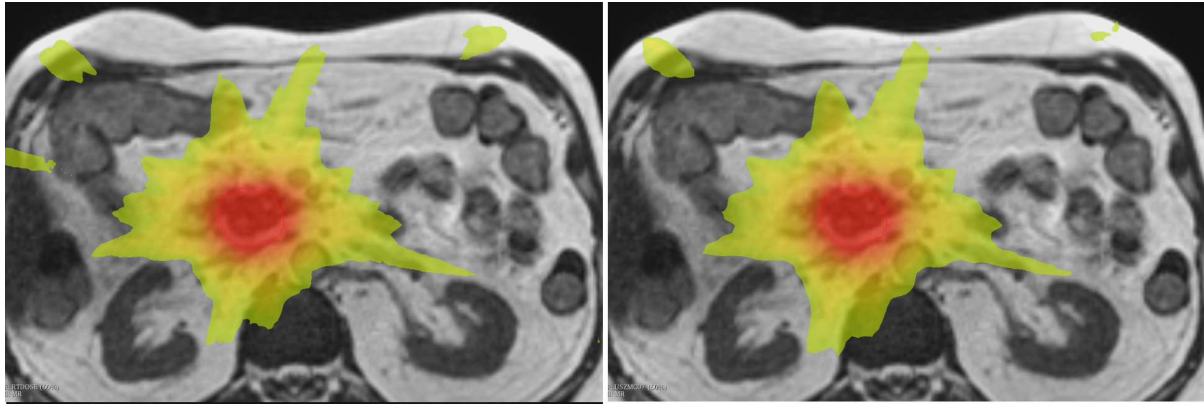


Abbildung 4 Vergleich der Dosisverteilungen in einem Transversalschnitt. Links: Geplante Dosisverteilung, rechts: Simulierte Dosisverteilung

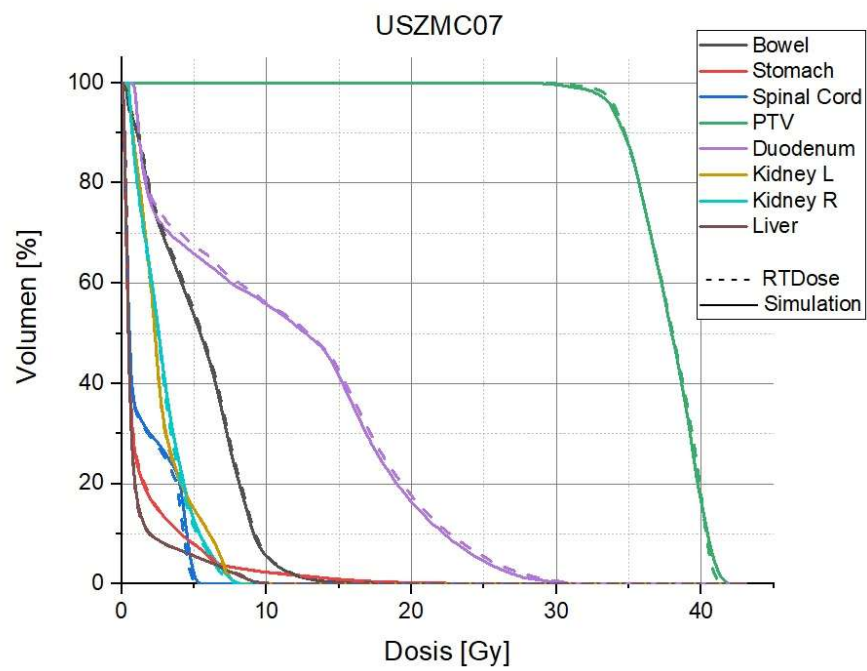


Abbildung 5 Vergleich der Dosis-Volumen-Histogramme. Durchgezogene Linie: Simulation, gestrichelte Linie: Bestrahlungsplan