

TPS Praktikum

Rektum

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

Lauritz Klünder
lauritz.kluender@tu-dortmund.de

Durchführung: 27.07.2020

Abgabe: 02.08.2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Patientenvorstellung	3
3	Bestrahlungsplanung	3
4	Auswertung und Diskussion	4
	Literatur	12

1 Einleitung

Im diesem Beispiel wird ein maligner Tumor im letzten Teil des Dickdarms, ein so genanntes Rektum Karzinom, mit einer Strahlentherapie behandelt. Die Ursache für die Entstehung eines Rektum Karzinoms sind meistens Polypen. Die häufigsten Symptome sind Schmerzen beim Stuhlgang und Blut im Stuhl [1]. Bei der Strahlentherapie handelt es sich um eine neoadjuvante Therapie. Das bedeutet, dass durch die Strahlentherapie der Tumor verkleinert werden soll und nach der Therapie der Tumor operativ entfernt wird.

2 Patientenvorstellung

Bei dem Patient ist ein Rektum Karzinom diagnostiziert worden. Im Jahr 2014 wurden bei ihm rektale Blutungen festgestellt und aus diesem Grund ist eine Rektoskopie und eine Koloskopie durchgeführt worden. Der Patient wiegt 88 kg, ist 176 cm groß und es besteht keine Stuhl- oder Urininkontinenz. Außerdem leidet der Patient an einer arteriellen Hypertonie und Prostatahyperplasie. Es soll eine kurativ intendierte neoadjuvante kombinierte Chemo-Strahlentherapie stattfinden, wobei eine Gesamtdosis von 50,4 Gy in Shrinking-Field-Technik appliziert wird. Bei der Shrinking-Field-Technik wird nach einer ersten Bestrahlungsserie das Zielvolumen in einer zweiten Serie verkleinert. Das bedeutet, dass bei der ersten Bestrahlungsserie in dem PTV1 sowohl der Tumor, als auch die angrenzenden Lymphabflusswege liegen. Die Lymphabflusswege werden mit in das Zielvolumen aufgenommen, da es möglich ist, dass sich der Tumor bereits dorthin ausgebreitet hat. In der zweiten Bestrahlungsserie liegt in dem PTV2 nur der Tumortragende Rektumabschnitt. In der ersten Bestrahlungsserie wird eine Gesamtdosis von 45,4 Gy appliziert, welche in Fraktionen von 1,8 Gy in 5 Sitzungen pro Woche appliziert werden soll. In der zweiten Serie wird mit einer Gesamtdosis von 5,4 Gy das kleinere PTV bestrahlt, welche auch in Fraktionen von 1,8 Gy in 5 Sitzungen pro Woche appliziert werden soll. Es soll erreicht werden, dass das die beiden PTVs von der 95 % Isodosenlinie umschlossen werden. Im Anschluss an die neoadjuvante Strahlentherapie wird der Tumor operativ entfernt.

3 Bestrahlungsplanung

Bei dieser Strahlentherapie wird die Shrinking-Field-Technik angewendet und aus diesem Grund werden zwei Bestrahlungspläne benötigt. Bei diesen CT-Bildern ist darauf zu achten, dass der Patient auf dem Bauch liegt. Das bedeutet, dass in diesem Fall die anterior Richtung und die posterior Richtung vertauscht ist. Die beiden PTVs sind in den CT-Daten bereits eingezeichnet, als PTV1 und PTV2. Dabei ist PTV1 das größere Zielvolumen und PTV2 das kleinere. Die Kontur des Körpers und die Kontur von Risikoorganen werden in den vorliegenden CT-Bilder noch eingezeichnet. Risikoorgane bei dieser Bestrahlung sind die Blase und die Hüftköpfe. Bei der Planung muss darauf geachtet werden, dass die Organdosisgrenzwerte nicht überschritten werden. Im ersten

Bestrahlungsplan wird nur das PTV1 betrachtet. Für die Bestrahlung dieses Zielvolumens (PTV1) werden fünf Felder verwendet. Die Gantry-Rotationen und die Gewichtungen für das erste PTV sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Die Gantry-Rotation, Gewichtung und Feldgröße des ersten Bestrahlungsplan verwendeten Feldern.

Feld	Gantry-Rotation	Gewichtung	Feldgröße
1	0°	0,30	14,7x24,4cm ²
2	90°	0,10	15,7x25,2cm ²
3	270°	0,10	16,5x25,2cm ²
4	130°	0,25	16,5x26,9cm ²
5	230°	0,25	17,6x26,9cm ²

Bei allen Feldern werden MLCs verwendet, die jeweils manuell an das PTV1 angepasst worden sind. Bei den Einstellungen der Lamellen ist darauf geachtet worden, dass die Blase so gut wie möglich geschont wird. Der Bestrahlungsplan wird auf „100 % target mean“ normiert. Für den Bestrahlungsplan für das PTV2 werden die gleichen Gantry-Rotationen und Gewichtungen verwendet, aber in diesem Fall werden die Feldgrößen angepasst. Die Daten zu diesen Feldern sind in der Tabelle 2 dargestellt. Hierbei werden auch MLCs wieder verwendet, die jeweils manuell an das PTV2 angepasst werden. Es wird hier auch darauf geachtet, dass die Blase und die Hüftkörper geschützt werden. Dieser Bestrahlungsplan wird auch auf „100 % target mean“ normiert.

Tabelle 2: Die Gantry-Rotation, Gewichtung und Feldgröße des zweiten Bestrahlungsplan verwendeten Feldern.

Feld	Gantry-Rotation	Gewichtung	Feldgröße
1	0°	0,30	10,4x10cm ²
2	90°	0,10	8,6x10cm ²
3	270°	0,10	8,6x10cm ²
4	130°	0,25	8,6x10cm ²
5	230°	0,25	9,8x9,7cm ²

4 Auswertung und Diskussion

Bestrahlungsplan für das PTV1

Mit dem ersten Bestrahlungsplan wird das PTV1 bestrahlt. Die resultierende Dosisverteilung ist in den Abbildungen 1, 2 und 3 dargestellt. Dabei ist die Dosisverteilung aus der transversalen, frontalen und sagittalen Ansicht gezeigt. Anhand der Dosisverteilung ist zu erkennen, dass obwohl das PTV1 relativ groß ist, es gut gelungen ist das PTV1 mit der 95% Isodosenlinie zu umschließen. Das PTV1 geht bis zum Anus und da dieser Bereich

nah an der Körperoberfläche liegt, war es in diesem Bereich nicht möglich eine relative Dosis von 95% zu erreichen. Außerdem ist zu erkennen, dass die maximale relative Dosis 107,6% innerhalb des PTV1 liegt und auch nur minimal über der erlaubten maximalen Dosis von 107% liegt [2]. Es wird zum Teil auch ausserhalb des PTVs eine hohe relative Dosis deponiert. Das kommt daher, da das PTV teilweise von Knochen umgeben ist und es somit unvermeidlich ist, dass dort eine hohe Dosis deponiert wird. Die minimale relative Dosis, die im PTV1 deponiert wird ist 78,9%. Diese liegt unterhalb der gewünschten relativen Dosis von 95% und das liegt zum einen an den bereits beschriebenen Gründen und zum anderen daran, dass die Blase so gut wie möglich geschont werden muss.

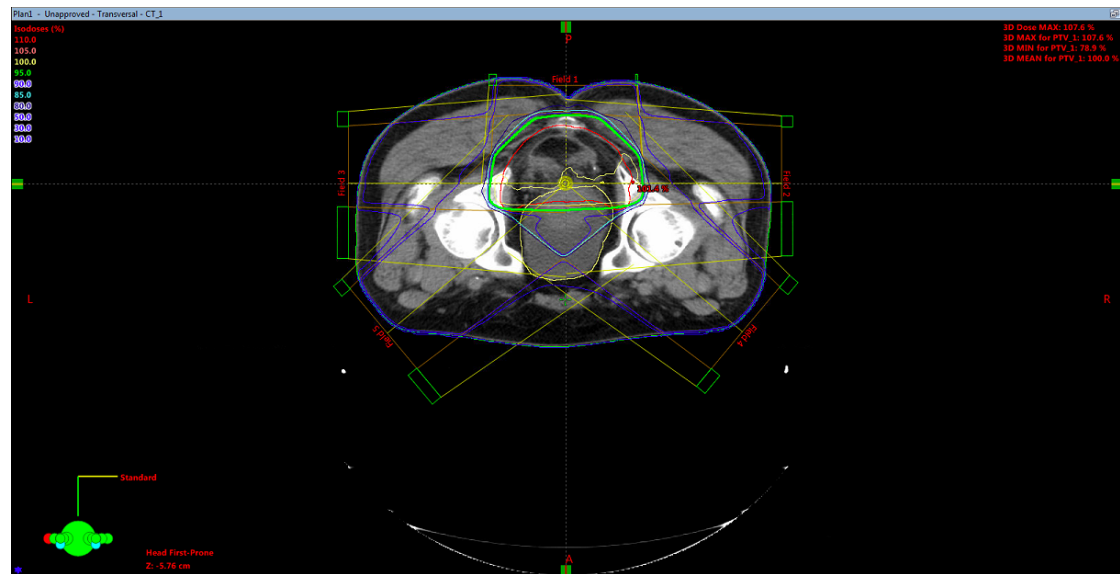


Abbildung 1: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Transversalansicht.

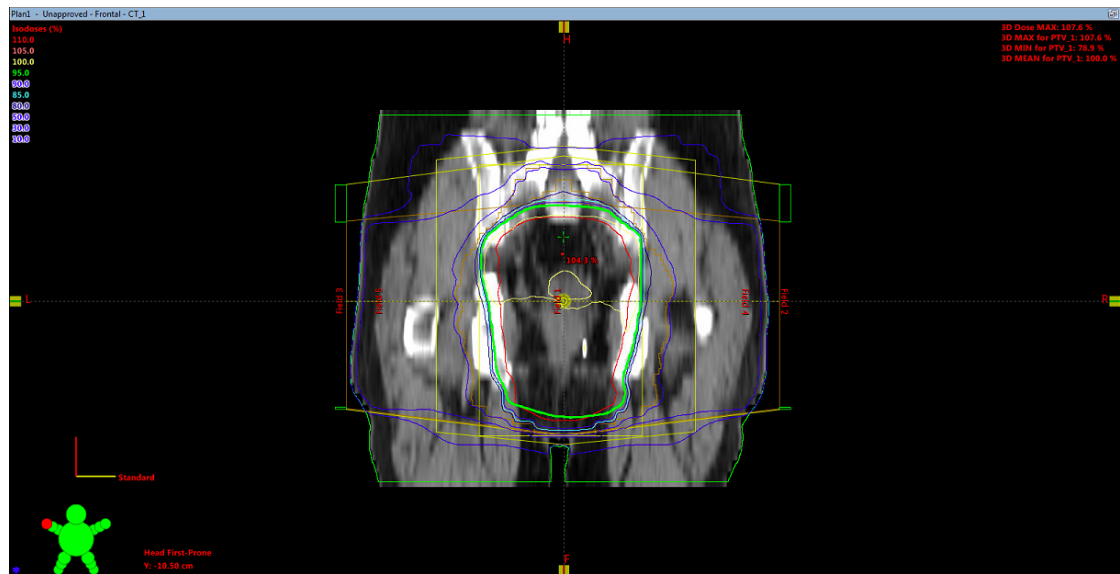


Abbildung 2: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Frontalansicht.

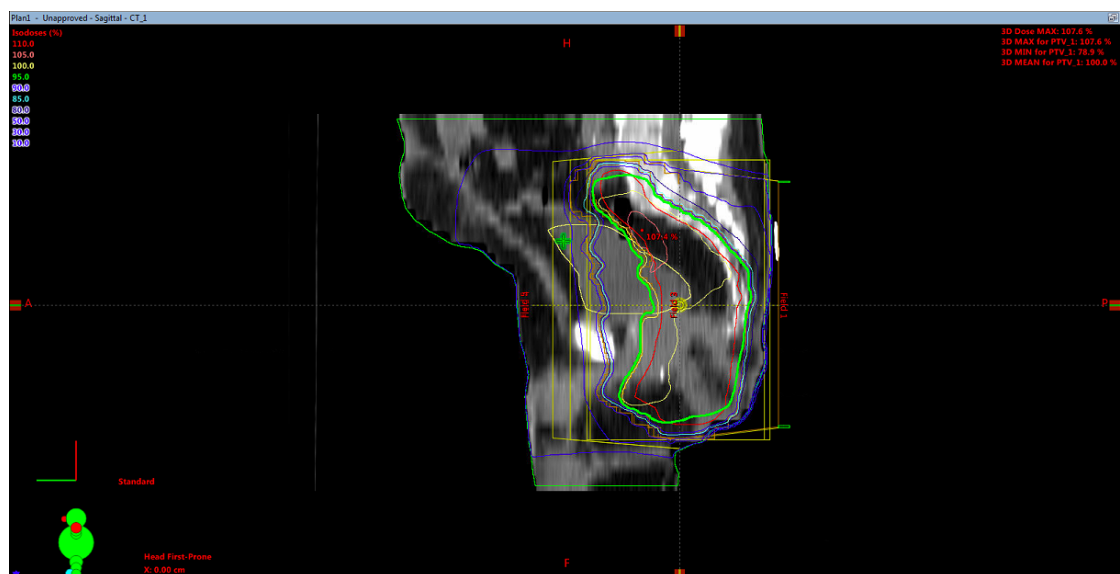


Abbildung 3: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Sagittalanisicht.

Damit die Dosisverteilung besser beurteilt werden kann, ist in der Abbildung 4 das zugehörige DVH dargestellt. Anhand der DVH Kurve für das PTV1 (rot) ist zu erkennen, dass nur ein geringer Teil des PTVs eine Dosis von weniger als 95% erhält. Dadurch, dass die Kurve sehr schnell abfällt wird auch deutlich, dass auch nur ein sehr geringer Teil des PTVs die maximale Dosis erhält. Bei diesem Bestrahlungsplan ist es nicht gelungen die Blase gut zu schützen. Das ist anhand der gelben DVH Kurve zu erkennen. Die relative

maximale Dosis der Blase liegt bei 105,5% und die DVH Kurve fällt auch nur langsam ab. Auch die Hüftköpfe erhalten eine hohe maximale Dosis von 103,2% und 103,1%. Um zu überprüfen zu können ob die Organdosisgrenzwerte eingehalten worden sind, müssen beide Bestrahlungspläne betrachtet werden. Aus diesem Grund wird die Dosisverteilung der Risikoorgane am Ende des Protokolls genauer untersucht. Anhand der DVH Kurve für den gesamten Rumpf (grün) ist zu erkennen, dass das in dem gesamten Gebiet viel Dosis deponiert wird. In etwa 35% des Rumpfes wird noch eine relative Dosis von 50% deponiert. Das lässt sich nicht vermeiden, da das PTV1 sehr groß ist.

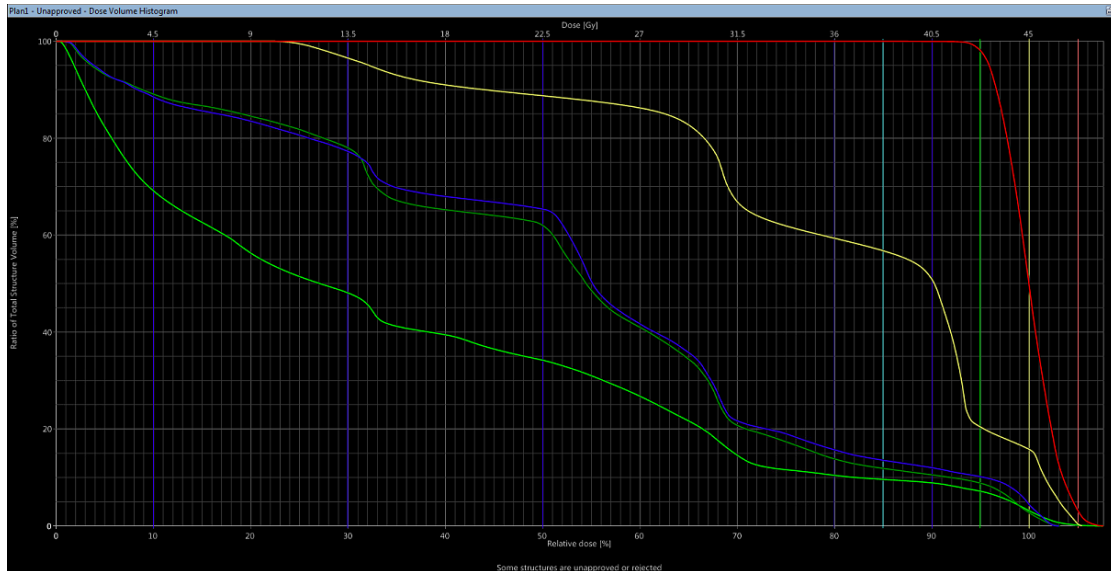


Abbildung 4: Dosis-Volumen-Histogramm für das PTV1 in rot und den gesamten Rumpf in grün. Außerdem ist das DVH für die Blase in gelb, für den linken Hüftkopf in dunklgrün und für den rechten Hüftkopf in blau dargestellt.

Bestrahlungsplan für das PTV2

Bei dem zweiten Bestrahlungsplan wird das kleinere PTV2 bestrahlt. Bei dieser zweiten Serie ist die applizierte Gesamtdosis auch deutlich geringer als bei der ersten Serie. Die resultierende Dosisverteilung ist in den Abbildungen 5, 6 und 7 gezeigt. Dabei sind die gleichen Ansichten gezeigt, wie bei dem ersten Plan. Anhand der gezeigten Ansichten der Dosisverteilung ist zu erkennen, dass das PTV2 gut mit der 95% Isodosenlinie umschlossen werden konnte. Auch bei diesem Plan liegt die maximale relative Dosis 104,3% innerhalb des PTV2. Diese maximale Dosis liegt unterhalb der erlaubten maximalen Dosis von 107%. Die minimale Dosis in dem PTV2 liegt bei 93%. Diese Dosis liegt minimal unterhalb des gewünschten Dosis von 95%.

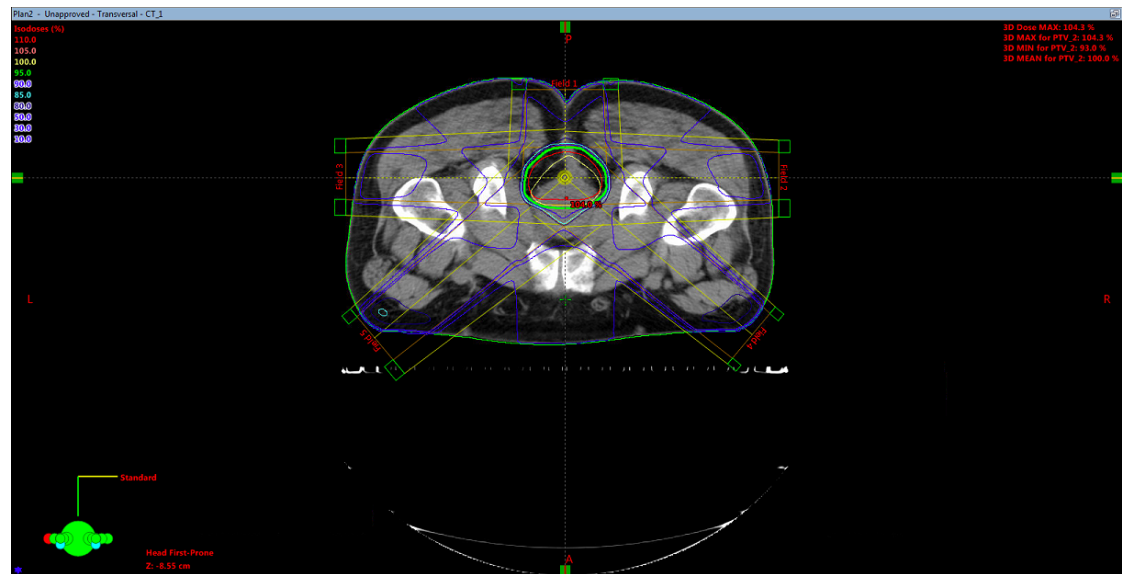


Abbildung 5: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Transversalansicht.

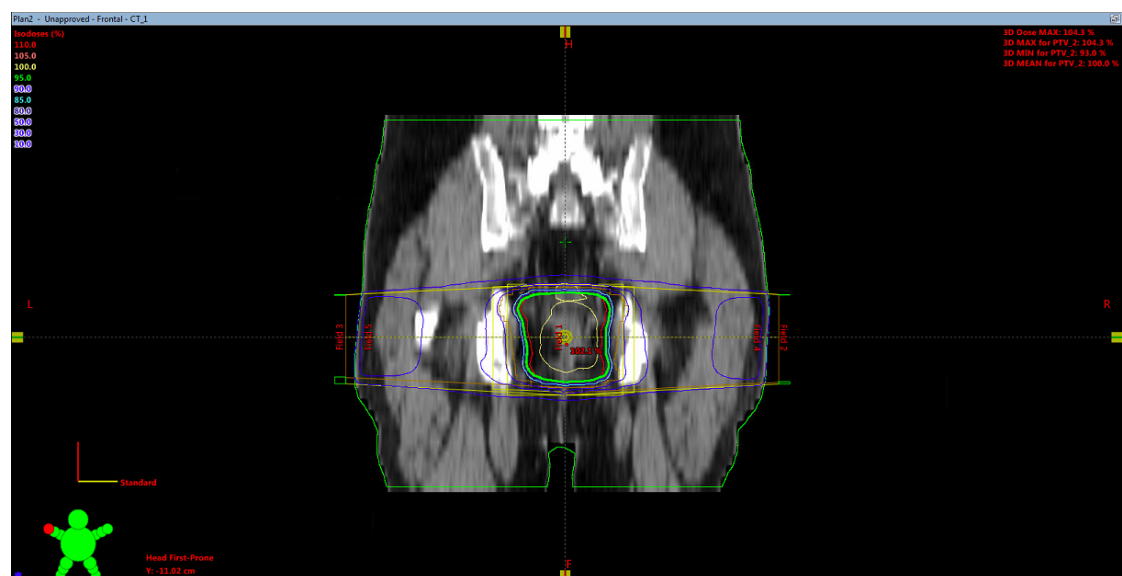


Abbildung 6: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Frontalansicht.

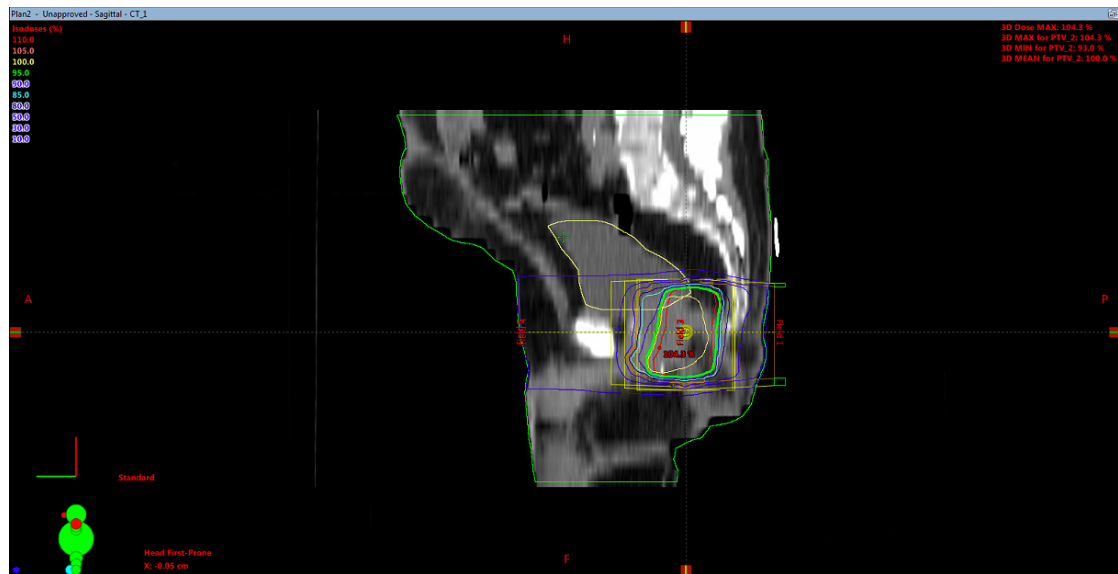


Abbildung 7: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Sagittalan­sicht.

Das zugehörige DVH ist in der Abbildung 8 gezeigt. Anhand des DVHs für das PTV2 (rot) ist zu erkennen, dass nur ein sehr kleiner Teil des PTVs eine geringere Dosis als 95% erhält. Außerdem ist anhand des DVHs von dem gesamten Rumpf zu erkennen, dass der Großteil des Rumpfes nur eine geringe Dosis erhält. Etwa 6% des Rumpfes erhält noch eine relative Dosis von 50%. Anhand der DVH Kurven der Risikoorgane ist zu erkennen, dass diese bei diesem Plan besser geschont werden konnten. Allerdings ist die relative maximale Dosis der Blase auch hier 101,9% und der Hüftköpfe bei 78,3% und 96,9%. Im folgenden wird die Summe der beiden Pläne betrachtet um beurteilen zu können ob die Organdosisgrenzwerte eingehalten worden sind.

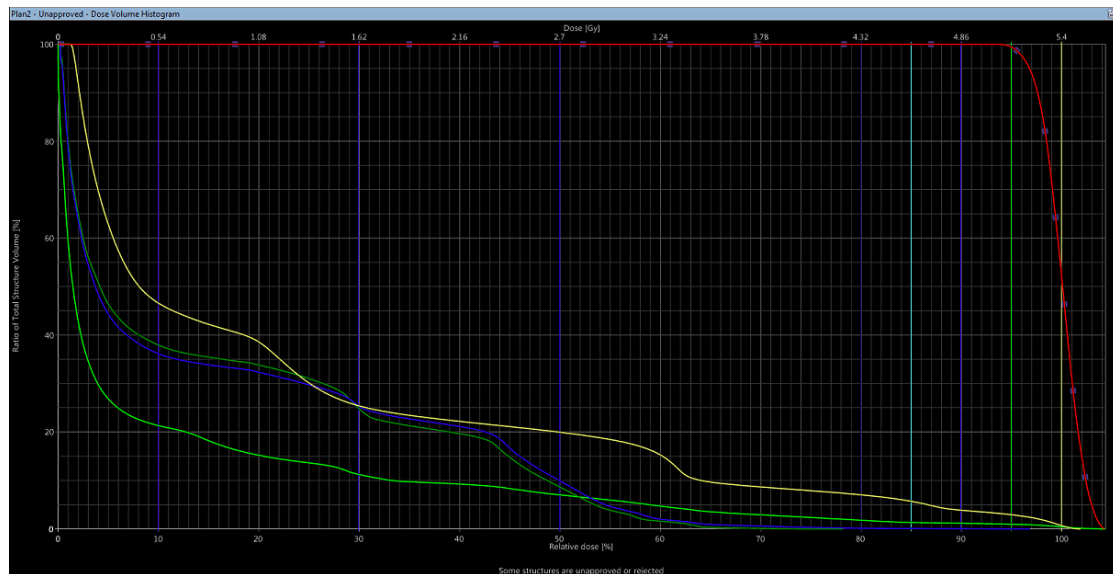


Abbildung 8: Dosis-Volumen-Histogramm für das PTV2 in rot und den gesamten Rumpf in grün. Außerdem ist das DVH für die Blase in gelb, für den linken Hüftkopf in dunklgrün und für den rechten Hüftkopf in blau dargestellt.

Summe der Bestrahlungspläne

In der Abbildung 9 ist das DVH der Summe der beiden Bestrahlungspläne dargestellt. Die Organdosisgrenzwerte werden aus der QUANTEC Tabelle entnommen [3]. Der Grenzwert für die Blase beträgt 65 Gy und bei den Hüftköpfen darf nur weniger als 10% des Volumens eine Dosis von 52 Gy erhalten. Anhand des DVHs der Summe der beiden Bestrahlungspläne ist zu erkennen, dass die Blase insgesamt eine maximale Dosis von 50,989 Gy erhält. Diese Dosis liegt noch deutlich unterhalb des Grenzwertes. Die Hüftköpfe erhalten eine maximale Dosis von 49,695 Gy und 50,349 Gy. Auch diese Dosen liegen unterhalb des Grenzwertes.

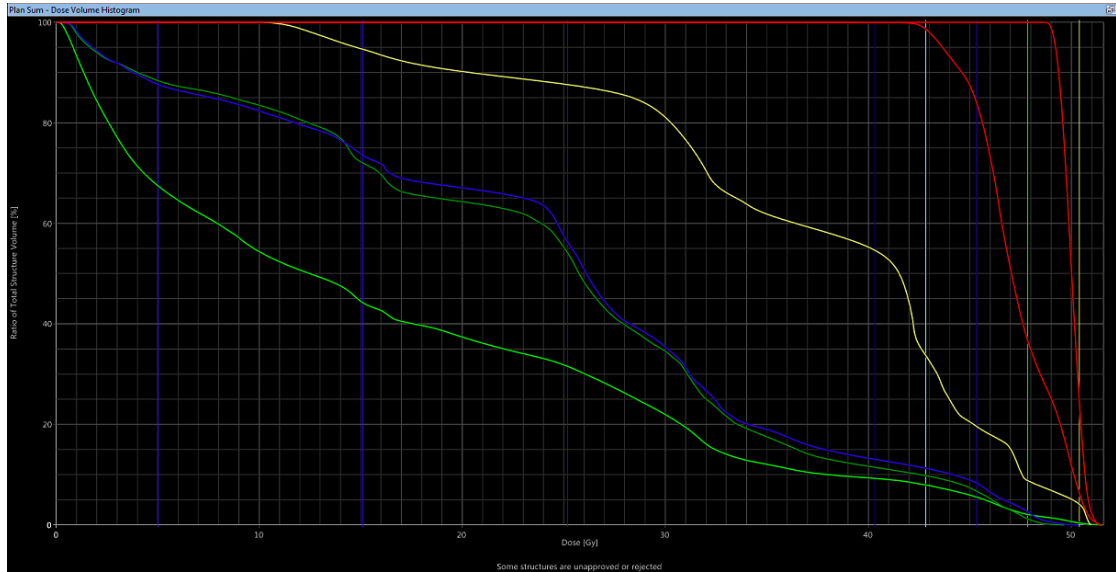


Abbildung 9: Dosis-Volumen-Histogramm für die Summe der beiden Bestrahlungspläne. Für das PTV1 und PTV2 in rot und den gesamten Rumpf in grün. Außerdem ist das DVH für die Blase in gelb, für den linken Hüftkopf in dunkelgrün und für den rechten Hüftkopf in blau.

Insgesamt wurden bei dieser Bestrahlungsplanung relativ viele Felder verwendet um eine akzeptable Dosisverteilung zu erreichen. Durch die Verwendung von MLCs ist es gelungen die Organdosisgrenzwerte der Blase und der Hüftköpfe nicht zu überschreiten. Außerdem ist das PTV in beiden Bestrahlungsplänen hinreichend mit der 95% Isodosenlinie umschlossen worden.

Literatur

- [1] PD Dr. Dirk Jentschura. *Rektumkarzinom*. Oncology Guide. URL: <https://www.oncology-guide.com/erkrankung/rektumkarzinom/> (besucht am 27.07.2020).
- [2] Usha Kiran Kretschmar. *3D-konformale Bestrahlung der Brust - Evaluation der Dosis- und Volumenverteilung*. Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, 2007. URL: <https://d-nb.info/989651673/34> (besucht am 26.06.2020).
- [3] Dr. Waletzko. *Dosisgrenzwerte gem. QUANTEC für konventionell fraktionierte 3D-CRT*. Klinikum Dortmund gGmbH, 2013. URL: https://moodle.tu-dortmund.de/pluginfile.php/467358/mod_resource/content/1/QUANTEC_Toleranzdosen_KliDo.pdf.