

TPS Praktikum

Prostatakarzinom

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

Lauritz Klünder
lauritz.kluender@tu-dortmund.de

Durchführung: 21.08.2020

Abgabe: 30.08.2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

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

1 Einleitung

Die häufigste Krebserkrankung bei Männern ist das Prostatakarzinom. Diese wird häufig erst spät entdeckt, da es zu Beginn der Erkrankung keine Symptome gibt. Nach erfolgreicher Behandlung dieser Erkrankung kann es immer passieren, dass das Prostatakarzinom erneut auftritt, weshalb regelmäßig der PSA-Wert (Prostata-spezifisches Antigen) im Blut kontrolliert wird. [1]

In diesem Fall ist es dazu gekommen, dass das Prostatakarzinom wieder aufgetreten ist. Deshalb soll nun der Tumor mit einer kurativ intendierten, perkutan fraktionierten Salvage Radiotherapie behandelt werden. Eine Salvage Radiotherapie wird durchgeführt, wenn die Erstbehandlung bei dem bösartigen Tumor nicht erfolgreich war oder der Tumor wiederaufgetreten ist [3].

2 Patientenvorstellung

Bei dem Patienten ist bereits im Jahr 2012 ein Prostatakarzinom diagnostiziert worden. Da in 2013 ein PSA Anstieg beobachtet wurde, ist eine Prostatastanzbiopsie durchgeführt worden und daraufhin eine Prostatektomie. Dabei ist die Prostata vollständig entfernt worden und auch die rechtsseitigen Lymphknoten. Im Jahr 2017 ist ein erneuter PSA Anstieg festgestellt worden, weshalb nun eine Salvage Radiotherapie durchgeführt werden soll. Der Patient wurde über mögliche Wirkungen und Nebenwirkungen der Strahlentherapie durch den Arzt aufgeklärt. Zur weiteren Diagnosen gehören Diabetes mellitus Typ II, arterielle Hypertonie, Herzinsuffizienz, Schlafapnoesyndrom, Hyperlipidämie und bei ihm ist ein Stent an der A. vertebralis vorhanden. Der Patient ist 169 cm groß, wiegt 66 kg und hat berichtet, dass er etwa 5 kg verloren hat. Die Prostata soll mit der Shrinking-Field-Technik bestrahlt werden, wobei zwei Bestrahlungsserien durchgeführt werden. In der ersten Bestrahlungsserie wird eine Gesamtdosis von 59,4 Gy appliziert, welche in Fraktionen von 1,8 Gy in 5 Sitzungen pro Woche bestrahlt werden soll. Bei dieser Serie befindet sich im PTV die Prostataloge und ein Großteil der Samenblase mit einem Sicherheitssaum von 5 mm. In der zweiten Bestrahlungsserie wird mit einer Gesamtdosis von 10,8 Gy ein kleineres PTV bestrahlt. Hierbei sollen 5 Bestrahlungssitzungen pro Woche stattfinden mit jeweils 1,8 Gy. In der zweiten Serie befindet sich auch die Prostataloge und die Samenblasen in dem PTV, allerdings mit einem geringeren Sicherheitssaum. Damit wird bei der gesamten Therapie eine Dosis von 70,2 Gy appliziert. Es soll erreicht werden, dass die beiden PTVs sicher von der 95 % Isodosenlinie umschlossen werden.

3 Bestrahlungsplanung

Die beiden PTVs sind in den CT-Daten bereits eingezeichnet, als PTV-Intermediate und PTV-High. Dabei ist das PTV-Intermediate das größere Zielvolumen und das PTV-High das kleiner. Die Kontur des Körpers und die Kontur von Risikoorganen sind auch bereits in den CT-Daten eingezeichnet, außer die Kontur von den Hüftköpfen. Diese mussten in den vorliegenden CT-Bildern noch eingezeichnet werden. Risikoorgane bei dieser Bestrah-

lung sind das Rektum, die beiden Hüftköpfe, die Harnblase und der Dünndarm. Bei den Risikoorganen muss darauf geachtet werden, dass die Organdosisgrenzwerte nicht überschritten werden. Im ersten Bestrahlungsplan wird nur das PTV-Intermediate betrachtet. Bei dem ersten Bestrahlungsplan werden 8 Felder für die Bestrahlung verwendet. Die Gantry-Rotationen, die Gewichtungen und die Größe der Felder sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Die Gantry-Rotation, Gewichtung und Feldgröße der beim ersten Bestrahlungsplan verwendeten Felder (PTV-Intermediate).

Feld	Gantry-Rotation	Gewichtung	Feldgröße
1	0°	0.4	9,8x8,1cm ²
2	130°	0.15	10,8x9,4cm ²
3	230°	0.1	9,1x8cm ²
4	180°	0.05	10,1x8cm ²
5	280°	0.1	10,7x9,4cm ²
6	80°	0.2	9,1x8cm ²
7	170°	0.05	9,6x8cm ²
8	30°	0.1	9,6x8cm ²

Bei allen Feldern werden MLCs verwendet, die manuell an das PTV-Intermediate angepasst werden. Für den zweiten Bestrahlungsplan wird das kleinere PTV-High betrachtet. Für diese Bestrahlung werden 5 Felder verwendet. Die Daten dieser Felder und deren Gewichtungen sind in der Tabelle 2 gezeigt. Hier wurden auch MLCs verwendet, die manuell an das PTV-High angepasst worden sind. Beide Bestrahlungspläne werden auf „100 % target mean“ normiert.

Tabelle 2: Die Gantry-Rotation, Gewichtung und Feldgröße der beim ersten Bestrahlungsplan verwendeten Felder (PTV-Intermediate).

Feld	Gantry-Rotation	Gewichtung	Feldgröße
1	0°	0.2	8,2x7,6cm ²
2	120°	0.7	8,2x7,6cm ²
3	240°	0.7	8,2x7,6cm ²
4	300°	0.3	8,2x7,6cm ²
5	50°	0.3	8,2x7,6cm ²

4 Auswertung und Diskussion

Bestrahlungsplan für das PTV-Intermediate

In den Abbildungen 1, 2 und 3 ist die resultierende Dosisverteilung in unterschiedlichen Ansichten dargestellt. Dabei ist zu sehen, dass es nicht gelungen ist das gesamte PTV-

Intermediate mit der 95% Isodosenlinie zu umschließen. Das liegt daran, da das PTV sehr nah an die Blase und an das Rektum heranreicht und diese Organe Risikoorgane sind. Da bei dieser Bestrahlung eine relativ große Dosis appliziert wird, müssen die Risikoorgane ausreichend geschont werden, damit die Organdosisgrenzwerte nicht überschritten werden. Die maximale relative Dosis bei dieser Bestrahlung beträgt 107,7% und wird außerhalb des PTVs deponiert. Da allerdings die maximale relative Dosis innerhalb des PTVs bei 107,6% liegt, wird die maximale Dosis im Rumpf sehr nah an dem PTV deponiert und auch nur an ein sehr geringes Volumen außerhalb des PTVs. Die maximale relative Dosis liegt minimal oberhalb der erlaubten maximalen Dosis von 107% [2]. Die minimale Dosis innerhalb des PTVs liegt bei 81,1%, was unterhalb der gewünschten minimalen Dosis von 95% liegt. Das konnte auch schon anhand der Dosisverteilung gesehen werden, dass vor allem in Bereichen des PTVs, die nah an den Risikoorganen liegen, eine relative Dosis von 95% nicht erreicht werden konnte.

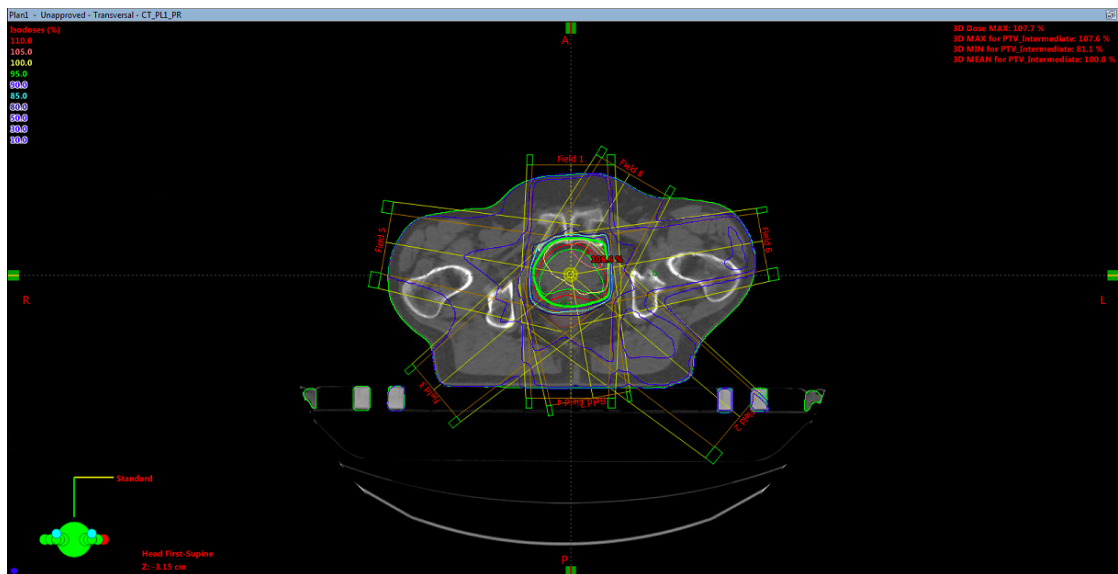


Abbildung 1: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Transversalansicht.

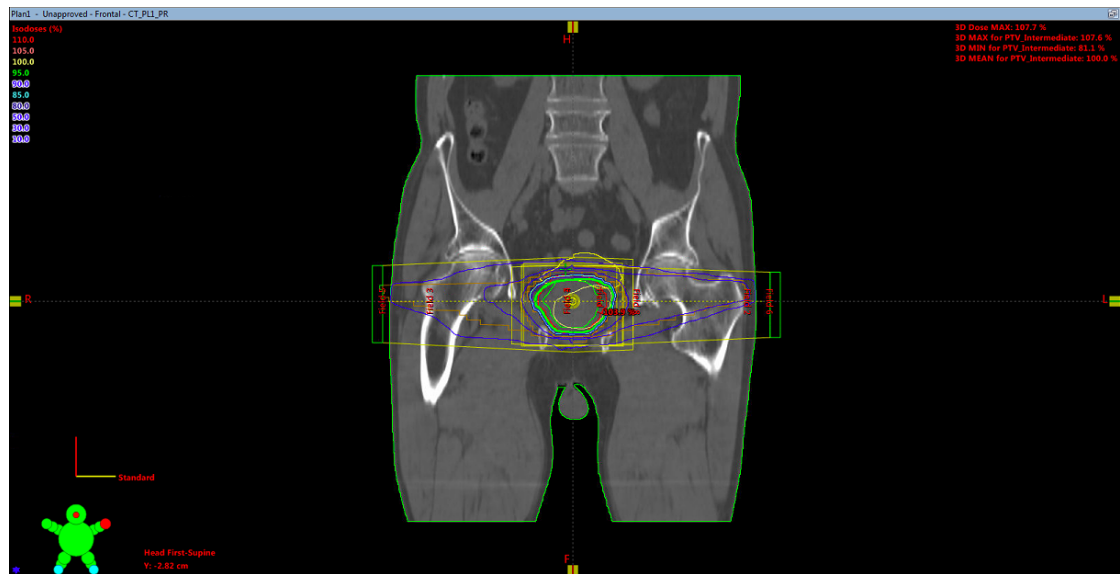


Abbildung 2: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Frontalansicht.

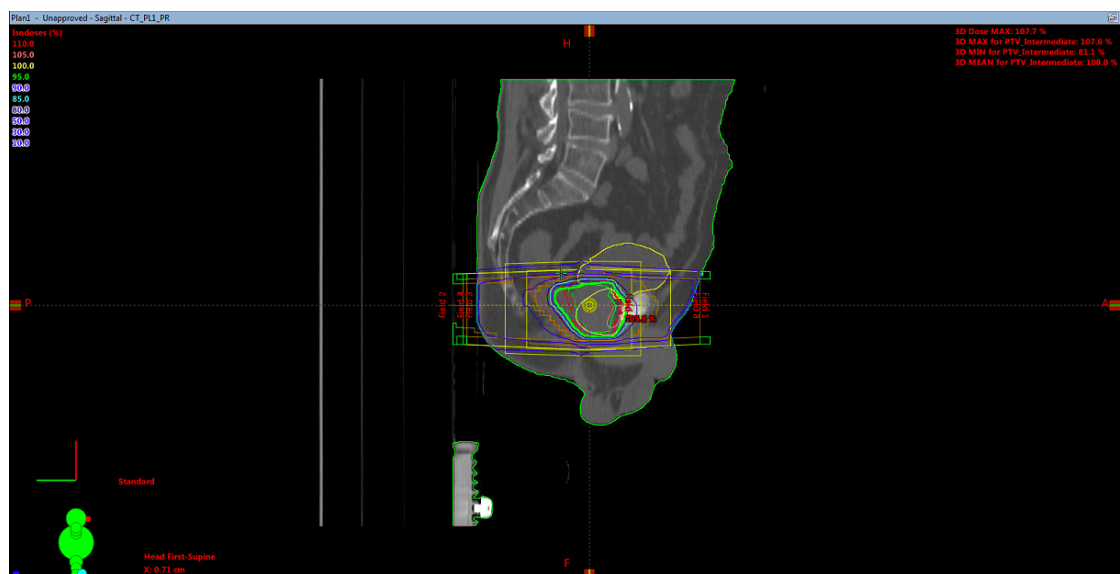


Abbildung 3: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Sagittalansicht.

Für eine bessere Beurteilung der Dosisverteilung ist das DVH dieser Bestrahlung in der Abbildung 4 dargestellt. Dabei ist anhand der DVH Kurve des PTV-Intermediates (rot) zu erkennen, dass noch etwa 92% des PTVs noch eine relative Dosis von 95% erhält. Allerdings ist zu erkennen, dass die meisten Risikoorgane gut geschont werden konnten, da die DVH Kurven der Hüftköpfe und der Blase schnell abfallen. Nur das Rektum und der Dünndarm konnten bei diesem Bestrahlungsplan nicht gut geschont werden.

Um zu überprüfen ob die Organdosisgrenzwerte eingehalten worden sind, werden beide Bestrahlungspläne am Ende zusammen betrachtet.

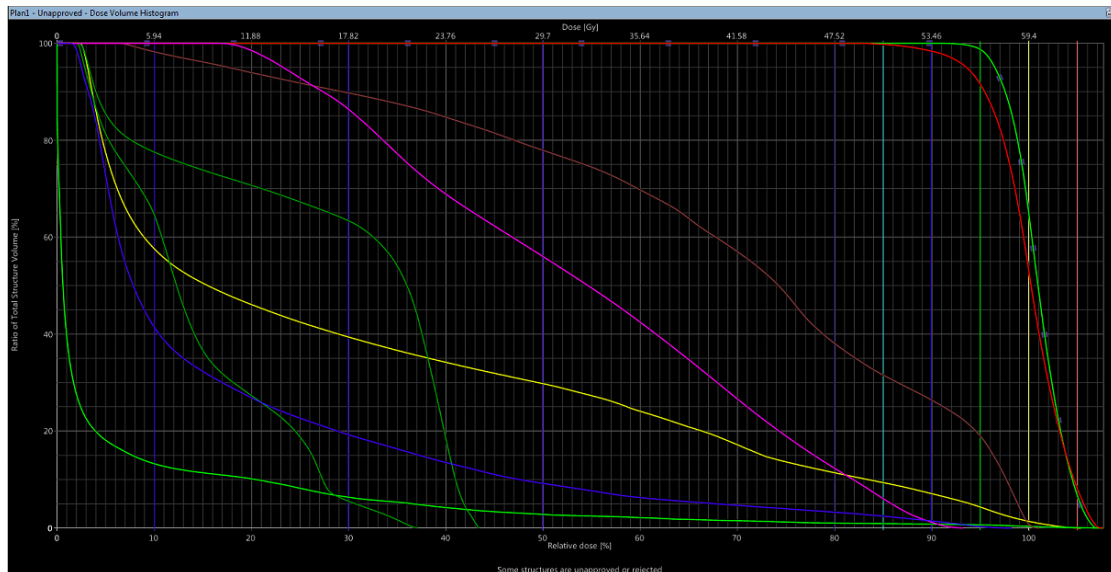


Abbildung 4: Dosis-Volumen-Histogramm für das PTV-Intermediate in rot und den gesamten Rumpf in grün. Außerdem ist das DVH für das Blase in gelb, für den linken Hüftkopf in hellgrün, für den rechten Hüftkopf in dunkelgrün, für das Rektum in braun, für den Darmbeutel in Blau, für den Dünndarm in lila und für die Prostata in grün dargestellt.

Bestrahlungsplan für das PTV-High

Bei dem zweiten Bestrahlungsplan wird das PTV-High bestrahlt. Die sich ergebene Dosisverteilung ist in den Abbildungen 5, 6 und 7 in verschiedenen Ansichten dargestellt. Auch bei dieser Bestrahlung ist es nicht gelungen das PTV komplett mit der 95% Isodosenlinie zu umschließen. Das kommt daher, dass auch das PTV-High in der Mitte von den Risikoorganen liegt und es musste darauf geachtet werden, dass diese Organe hinreichend gut geschont werden. Aus diesem Grund ist die minimale relative Dosis innerhalb des PTVs 79,6%. Die maximale relative Dosis wird außerhalb des PTVs deponiert und liegt bei 115,7%. Allerdings wird diese Dosis nicht in dem Patienten deponiert, sondern in einem Teil der Patientenliege, die als Body konturiert worden ist (siehe Abbildung 5). Anhand der Dosisverteilung ist zu erkennen, dass die relative maximale Dosis, die in dem Patienten deponiert wird, in dem PTV deponiert wird. Dort ist die maximale relative Dosis 106,9% und diese Dosis liegt unterhalb der erlaubten maximalen Dosis.

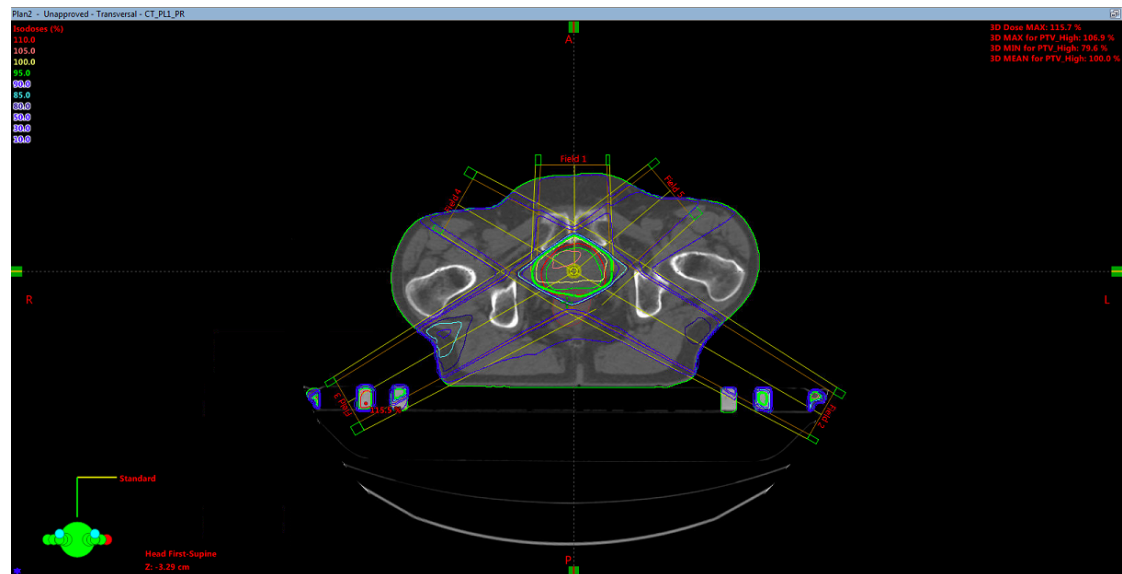


Abbildung 5: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Transversalansicht.

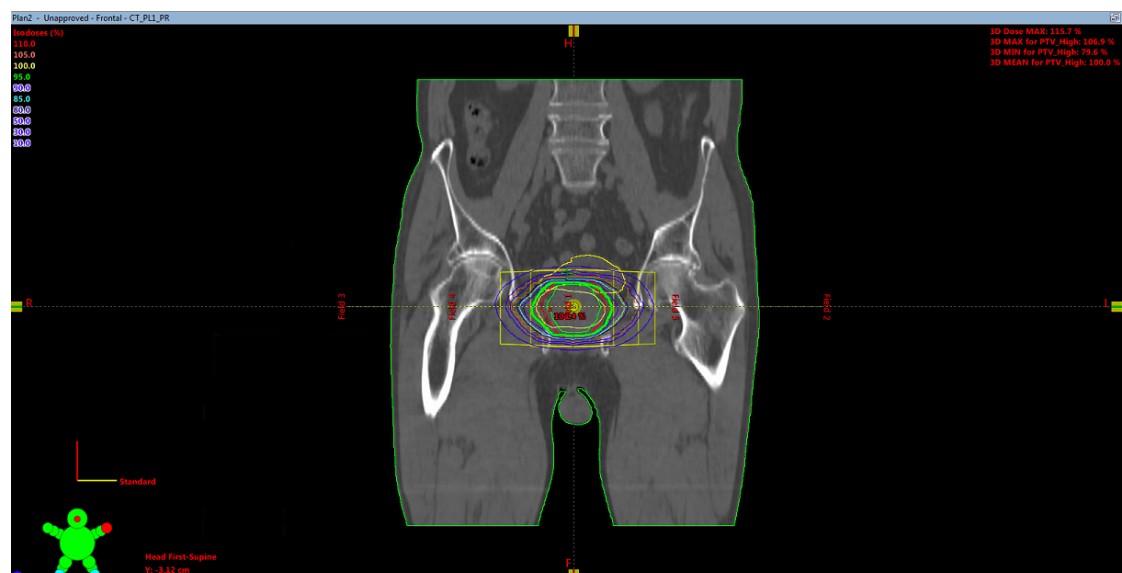


Abbildung 6: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Frontalansicht.

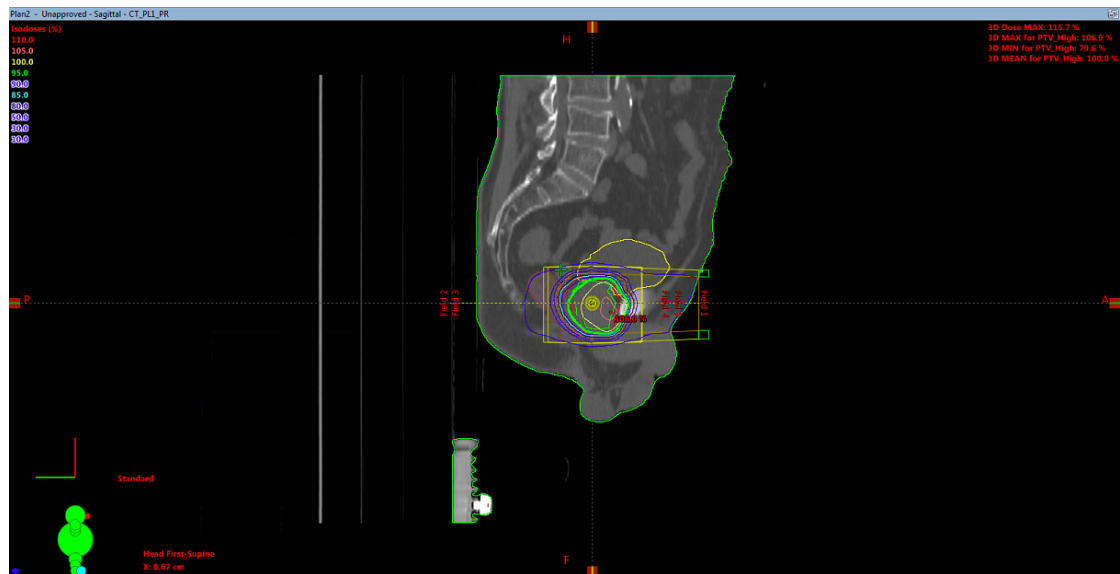


Abbildung 7: Darstellung der Dosisverteilung im Rumpf in Sagittalansticht.

Auch bei diesen Bestrahlungsplan wird ein DVH erzeugt, welches in der Abbildung 8 dargestellt ist. Dabei ist anhand der DVH Kurve des PTVs (rot) zu erkennen, dass etwa 90% des PTVs mit der 95% Isodosenlinie umschlossen werden konnte. Auch bei diesem Bestrahlungsplan kommt das daher, da sich viele Risikoorgane in unmittelbarer Nähe zu dem PTV befinden. Anhand der DVH Kurven der Risikoorgane ist gut zu sehen, dass es gelungen ist diese Organe zu schonen.

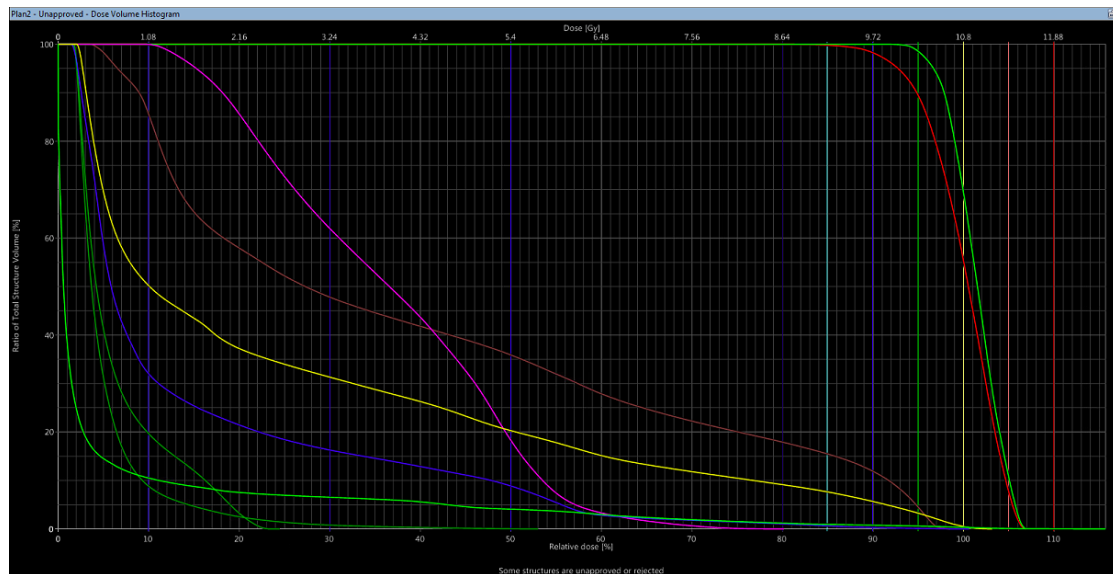


Abbildung 8: Dosis-Volumen-Histogramm für das PTV-High in rot und den gesamten Rumpf in grün. Außerdem ist das DVH für das Blase in gelb, für den linken Hüftkopf in hellgrün, für den rechten Hüftkopf in dunkelgrün, für das Rektum in braun, für den Darmbeutel in Blau, für den Dünndarm in lila und für die Prostata in grün dargestellt.

Summe der Bestrahlungspläne

Für die Beurteilung, ob die Organdosisgrenzwerte der Risikoorgane eingehalten worden sind, wird ein DVH der Summe der beiden Bestrahlungspläne erzeugt. Dieses ist in der Abbildung 9 gezeigt. Für das Rektum ist vorgeschrieben, dass weniger als 50% des Volumens des Rektums eine Dosis von 50 Gy erhalten darf und weniger als 35% des Volumens eine Dosis von 60 Gy [4]. Für höhere Dosiswerte gibt es weitere Grenzwerte, die alle allerdings auch eingehalten worden sind. Etwa 43% des Volumens des Rektums erhält eine Dosis von 50 Gy und etwa 26% des Volumens erhält noch eine Dosis von 60 Gy. Bei der Blase ist bei einem Prostatakarzinom vorgeschrieben, dass weniger als 50% des Volumens eine Dosis von 65 Gy erhalten darf [4]. Auch dieser Grenzwert konnte eingehalten werden, da nur etwa 5% des Volumens eine Dosis von 65 Gy erhält. Bei den Hüftköpfen darf nur maximal 10% des Volumens eine Dosis von 52 Gy erhalten [4]. Auch das wurde eingehalten, da die maximale Dosis der Hüftköpfe 28,1 Gy und 24,538 Gy beträgt. Bei dem Dünndarm darf weniger als 120 mL eine Dosis von 15 Gy erhalten [4]. Da bei dieser Bestrahlung nur 12,3 mL des Dünndarm betrachtet werden, wird auch dieser Grenzwert eingehalten.

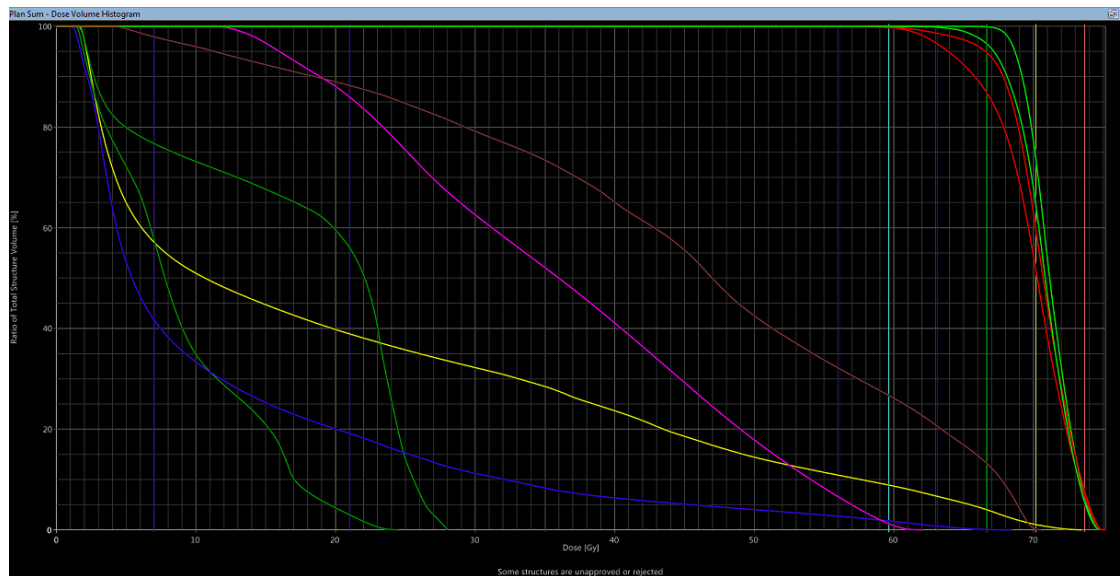


Abbildung 9: Dosis-Volumen-Histogramm für die Summe der Bestrahlungspläne. Dabei ist die DVH Kurven für die PTVs in rot dargestellt. Außerdem ist das DVH für das Blase in gelb, für den linken Hüftkopf in hellgrün, für den rechten Hüftkopf in dunkelgrün, für das Rektum in braun, für den Darmbeutel in Blau, für den Dünndarm in lila und für die Prostata in grün dargestellt.

Mit den erstellten Bestrahlungsplänen konnten die Zielvolumen zwar nicht komplett mit der 95% Isodosenlinie umschlossen werden, allerdings konnten alle Organdosisgrenzwerte eingehalten werden. Da zumindest ein Großteil der Zielvolumina mit der gewünschten Dosis versorgt werden konnten, sind die erstellten Bestrahlungspläne für diese Strahlentherapie gut geeignet.

Literatur

- [1] Carola Felchner Dr.med. Fabian Sinowalz. *Prostatakrebs*. Netdoktor, 2018. URL: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/prostatakrebs/> (besucht am 19.08.2020).
- [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] Takeda Onkologie. *Salvage-Radiotherapie(SRT)*. Takeda Onkologie, 2020. URL: <https://www.prostata.de/lexikon/salvage-radiotherapie-srt> (besucht am 19.08.2020).
- [4] 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.