

TPS Praktikum

Korrektur Teilhirn

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

Lauritz Klünder
lauritz.kluender@tu-dortmund.de

Durchführung: 23.07.2020

Abgabe: 26.07.2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

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

1 Einleitung

Das bekannteste Einsatzgebiet von einer Strahlentherapie ist bei malignen Tumorerkrankungen. In diesem Beispiel wird ein Patient behandelt, der an „Glioblastoma multiforme“ im linken Temporallappen erkrankt ist. Nach der WHO wird diese Tumorerkrankung auf Grad IV eingestuft, was der höchste Schweregrad ist, den ein Hirntumor erreichen kann. Das Glioblastom gehört zu den häufigsten Hirntumoren bei Erwachsenen [2]. Die Erkrankung soll mittels palliativer perkutaner fraktionierter Strahlentherapie behandelt werden.

2 Patientenvorstellung

Im Oktober 2014 ist bei dem Patienten eine rechts betonte Paraparese festgestellt worden, aber der Patient hat eine weitere Diagnostik abgelehnt. Im Dezember 2014 wurde ein MRT bei ihm durchgeführt und es wurde ein fortgeschrittenes Stadium des Tumors festgestellt. Letztendlich wurde Anfang 2015 eine Probe entnommen und die Diagnose wurde sichergestellt. Anfang April 2015 hat sich der Patient in der Strahlentherapie mit der Diagnose Glioblastoma multiforme vorgestellt. Vor der Vorstellung wurde bei dem Patient das linke obere Sprunggelenk und die linke Ferse bestrahlt. Die Gesamtzielvolumendosis betrug 3 Gy. Außerdem ist der Patient an Diabetes mellitus Typ II und an arterieller Hypertonie erkrankt. Der Patient ist 65 Jahre alt, wiegt 86 kg und ist 172 cm groß. Außerdem sind bei ihm andere neurologische Auffälligkeiten nicht vorhanden. Er ist über die möglichen Wirkungen und Nebenwirkungen der Strahlentherapie durch den Arzt aufgeklärt worden. Im weiteren Verlauf soll eine palliative perkutane fraktionierte Radiotherapie stattfinden, wobei eine Gesamtdosis von 59,4 Gy in Shrinking-Field-Technik appliziert werden soll. Bei der Shrinking-Field-Technik wird nach einer ersten Bestrahlungsserie das Zielvolumen in einer zweiten Serie verkleinert. Dabei wird bei der ersten Bestrahlungsserie die Tumorregion mit einem großem Sicherheitssaum bestrahlt, da es sich bei diesem Hirntumor um einen sehr aggressiven Tumor handelt. In der zweiten Bestrahlungsserie wird der Sicherheitssaum verkleinert, um das umliegende Gewebe zu schonen. In der ersten Bestrahlungsserie wird eine Gesamtdosis von 50,4 Gy appliziert, welche in Fraktionen von 1,8 Gy in insgesamt 5 Sitzungen pro Woche appliziert werden soll. In der zweiten Serie wird mit einer Gesamtdosis von 9 Gy das kleinere PTV bestrahlt, welche auch in Fraktionen von 1,8 Gy in insgesamt 5 Sitzungen pro Woche appliziert werden soll. Es ergibt sich also eine Gesamtzielvolumendosis von 59,4 Gy. Es soll erreicht werden, dass das die beiden PTVs von der 95 % Isodosenlinie umschlossen werden.

3 Bestrahlungsplanung

Da bei dieser Strahlentherapie die Shrinking-Field-Technik angewendet wird, werden zwei Bestrahlungspläne benötigt. Bevor die Bestrahlungspläne erstellt werden, muss die Kontur des gesamten Kopfes und von Risikoorganen in die vorliegenden CT-Bilder eingezeichnet werden. Risikoorgane bei dieser Therapie sind zum einen die Augenlinsen

und zum anderen das Chiasma Optikum. Bei diesen Organen muss drauf geachtet werden, dass der Organdosisgrenzwert nicht überschritten wird. Die Zielvolumina der beiden Bestrahlungen sind bereits als PTV1 und PTV2 eingezeichnet. Dabei ist PTV1 das größere Zielvolumen und PTV2 das kleinere. In dem ersten Bestrahlungsplan wird nur das PTV1 betrachtet. Für die Bestrahlung dieses Zielvolumens werden fünf Felder verwendet. Die Gantry-Rotationen und die Gewichtungen sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Die Gantry-Rotation, Gewichtung und Feldgröße der bei beiden Bestrahlungsplänen verwendeten Feldern.

Feld	Gantry-Rotation	Gewichtung	Feldgröße
1	0°	0,25	10x10cm ²
2	90°	0,30	15x15cm ²
3	90°	0,05	15x15cm ²
4	230°	0,35	15x15cm ²
5	230°	0,05	15x15cm ²

Bei allen Feldern werden MLCs verwendet, die jeweils an das PTV1 angepasst worden sind. Bei der Bestrahlung werden Felder mit identischer Gantry-Rotation verwendet (Felder 2 und 3 und Felder 4 und 5), allerdings sind bei den Feldern die MLCs unterschiedlich eingestellt worden um eine angemessene Dosisverteilung zu erhalten. Bei den Einstellungen der Lamellen ist auch darauf geachtet worden, dass die Augenlinsen so gut wie möglich geschont werden. Bei diesem Zielvolumen ist es nicht möglich das Chiasma zu schützen, da es innerhalb des Zielvolumens liegt.

Für den Bestrahlungsplan für das PTV2 werden die gleichen Felder mit den gleichen Gewichtungen wie bei dem ersten Plan verwendet. Diese Felder sind in Tabelle 1 beschrieben. Bei diesem Plan werden allerdings die MLCs an das neue Zielvolumen angepasst. Auch bei diesem Plan sind mehrere Felder mit der gleichen Gantry-Rotation verwendet worden mit unterschiedlichen MLC Einstellungen um eine gute Dosisverteilung zu erreichen. Außerdem wird bei den Einstellungen der MLCs darauf geachtet, dass zum einen die Augenlinsen und zum anderen das Chiasma ausreichend geschützt wird. Beide Pläne werden auf „100% target mean“ normiert.

4 Auswertung und Diskussion

Bestrahlungsplan für das PTV1

Die Dosisverteilung des ersten Bestrahlungsplans sind in den Abbildungen 1, 2 und 3 dargestellt. Dabei handelt es sich um die transversale, frontale und sagittale Ansicht des Kopfes. Anhand der Isodosenlinien ist zu erkennen, dass das Ziel, das gesamte PTV mit der 95% Isodosenlinie zu umschließen, nicht erreicht werden konnte. Anhand der sagittalen Ansicht ist zu erkennen, dass vor allem im dem Bereich des PTVs, der unmittelbar hinter den Augen liegt, nicht die gewünschte Dosis erreicht werden konnte. Das kommt daher, da die Augenlinsen ein Risikoorgan sind und aus diesem Grund geschützt werden müssen. Da

innerhalb des PTVs nicht die gewünschte Dosisverteilung erreicht werden kann, liegt die minimale relative Dosis bei 63,6%. Es ist anhand der Dosisverteilung zu erkennen, dass diese minimale Dosis am kaudalen Rand des PTVs appliziert wird (vgl. Abbildung 3), wo das PTV bis in den Schädelknochen reicht. Da in dem Schädelknochen keine Tumorzellen sind und generell nur ein sehr kleiner Anteil des PTVs diese minimale Dosis erhält, kann diese geringe minimale Dosis hingenommen werden. Des weiteren ist zu erkennen, dass die maximale relative Dosis 112,3% außerhalb des PTV deponiert wird und auch oberhalb der erlaubten maximalen Dosis von 107% liegt [1]. Die maximale Dosis liegt außerhalb des PTVs, da die Photonenstrahlung zunächst den Schädelknochen durchdringen muss, bevor es zu dem PTV gelangt. Durch die hohe Dichte des Schädels, wird dort auch eine hohe Dosis deponiert.

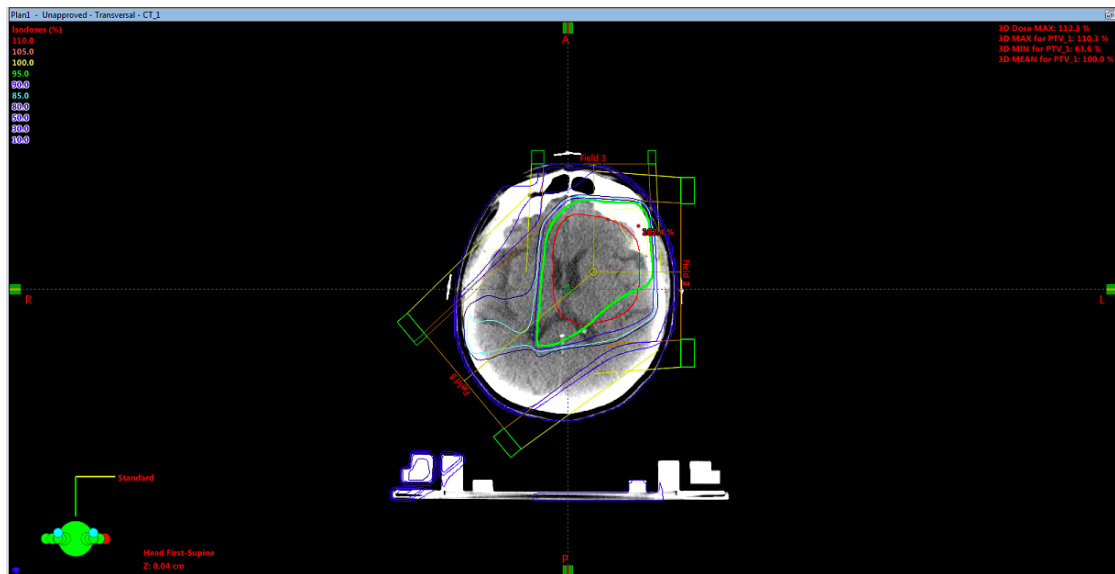


Abbildung 1: Darstellung der Dosisverteilung im Kopf in Transversalansicht.

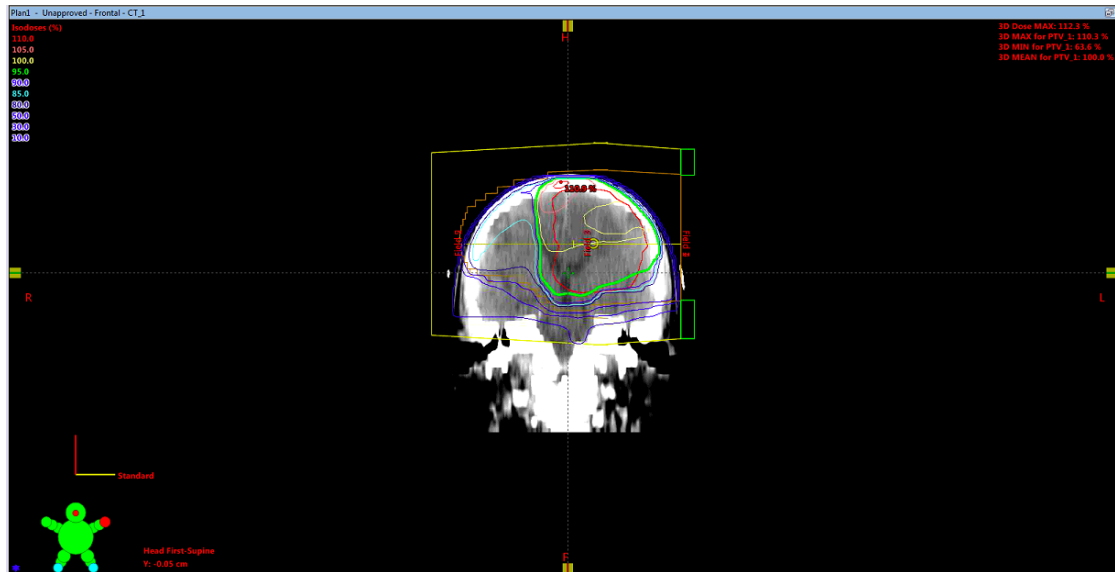


Abbildung 2: Darstellung der Dosisverteilung im Kopf in Frontalansicht.

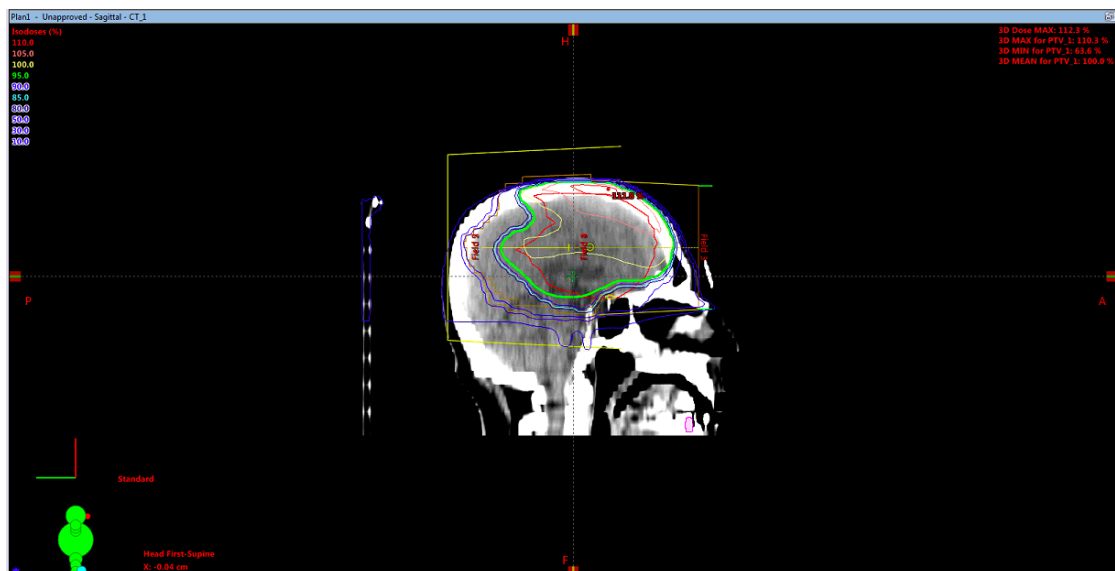


Abbildung 3: Darstellung der Dosisverteilung im Kopf in Sagittalansicht.

Das zugehörige DVH ist in der Abbildung 4 gezeigt. Anhand des DVHs für das PTV1 ist zu erkennen, dass noch ein großer Teil des PTVs eine relative Dosis von 95% erhält. Noch etwa 95% des PTVs erhält eine relative Dosis von 95%. Anhand dieser Kurve ist außerdem zu erkennen, dass die maximale relative Dosis im PTV 110,3% ist, allerdings nur ein sehr kleiner Teil des PTVs diese hohe Dosis erhält. Mit der DVH Kurve des gesamten Schädels ist auch zu erkennen, dass nur ein sehr kleiner Teil eine relative Dosis

von mehr als 107% erhält. Generell ist mit dieser Kurve zu sehen, dass in einem großen Teil des Kopfes eine hohe Dosis deponiert wird. Das kommt daher, dass das PTV bei dieser Bestrahlung sehr groß ist.

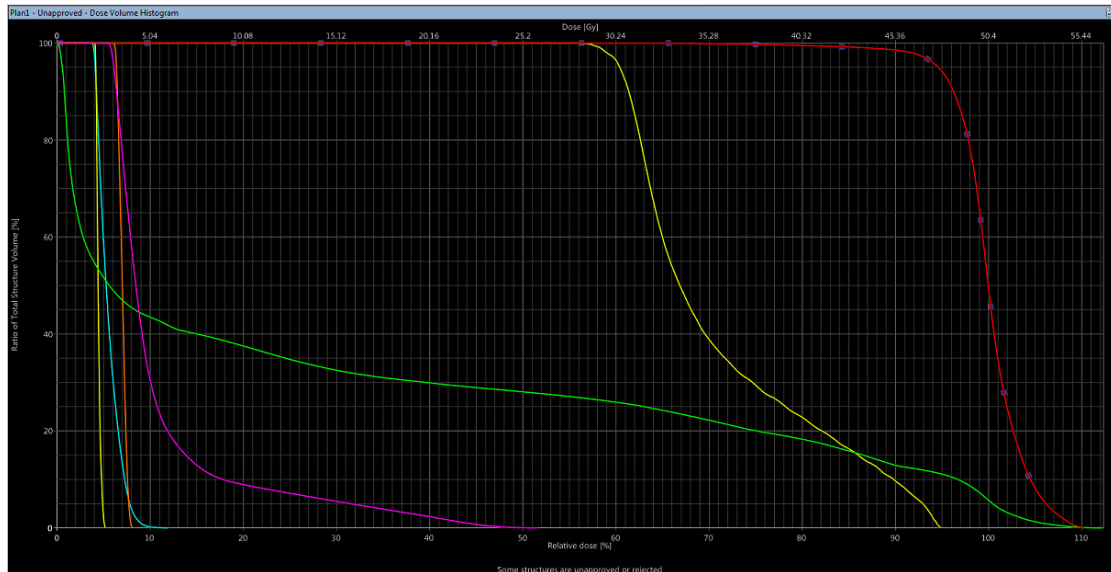


Abbildung 4: Dosis-Volumen-Histogramm für das PTV1 in rot und den gesamten Schädel in grün. Außerdem ist das DVH für das Chiasma in gelb, für die linke Linse in orange, für die rechte Linse in gelb, für das rechte Auge in hellblau und für das linke Auge in pink dargestellt.

Mit dem DVH Kurven der Risikoorgane wird außerdem überprüft ob die Organdosisgrenzwerte eingehalten werden. Anhand der Kurven der Augenlinsen ist zu erkennen, dass in der linken Linse etwas mehr Dosis deponiert wird als in der rechten Linse. Die maximalen relativen Dosen sind 8,1% und 5,2% was eine absolute Dosis von 4,08 Gy und 2,62 Gy ergibt. Diese Werte liegen unterhalb von dem Organdosisgrenzwert 5 Gy [3]. Nach dem zweiten Bestrahlungsplan muss allerdings die gesamte Dosis der Augenlinsen noch betrachtet werden. Das Chiasma konnte bei diesem Bestrahlungsplan nicht geschont werden. Die maximale relative Dosis die das Chiasma absorbiert ist 94,9%, also eine absolute Dosis von 47,83 Gy. Noch liegt diese Dosis unterhalb des Grenzwertes von 54 Gy, in dem zweiten Bestrahlungsplan muss das Chiasma allerdings besser geschont werden. Anhand der DVH Kurve des rechten Auges (hellblau) ist zu erkennen, dass in dem rechten Auge nicht viel Dosis deponiert wird, da die Kurve sehr schnell abfällt. Die maximale Dosis im rechten Auge liegt bei 12%. Allerdings wird im linken Auge (pink), wie auch in der linken Linse im Vergleich zur rechten, mehr Dosis deponiert. In dem linken Auge liegt die maximale Dosis bei 51.6%. In dem linken Auge und in der linken Augenlinse wird mehr Dosis deponiert als in dem rechten, da sich das PTV auch in der linken Hirnhälfte befindet und somit auch näher am linken Auge liegt als am rechten.

Bestrahlungsplan für das PTV2

Die Dosisverteilung des zweiten Bestrahlungsplans ist in verschiedenen Ansichten in den Abbildungen 5, 6 und 7 gezeigt. Anhand der Dosisverteilung ist zu erkennen, dass im Gegensatz zu dem ersten Bestrahlungsplan, es in diesem Fall besser gelungen ist das gesamte PTV2 mit der 95% Isodosenlinie zu umschließen. An einigen Stellen ist dies allerdings auch in diesem Fall nicht gelungen. Auch bei diesem Bestrahlungsplan liegt die maximale relative Dosis 108,9% außerhalb des PTVs. Diese maximale Dosis wird in den Schädelknochen deponiert, da das PTV teilweise sehr nah an dem Schädelknochen liegt und dort durch die große Dichte eine hohe Dosis deponiert wird. Die minimale relative Dosis in dem PTV liegt bei 90,9% und liegt nur knapp unterhalb der gewünschten 95%, was auf eine gute Dosisverteilung in dem PTV schließen lässt.

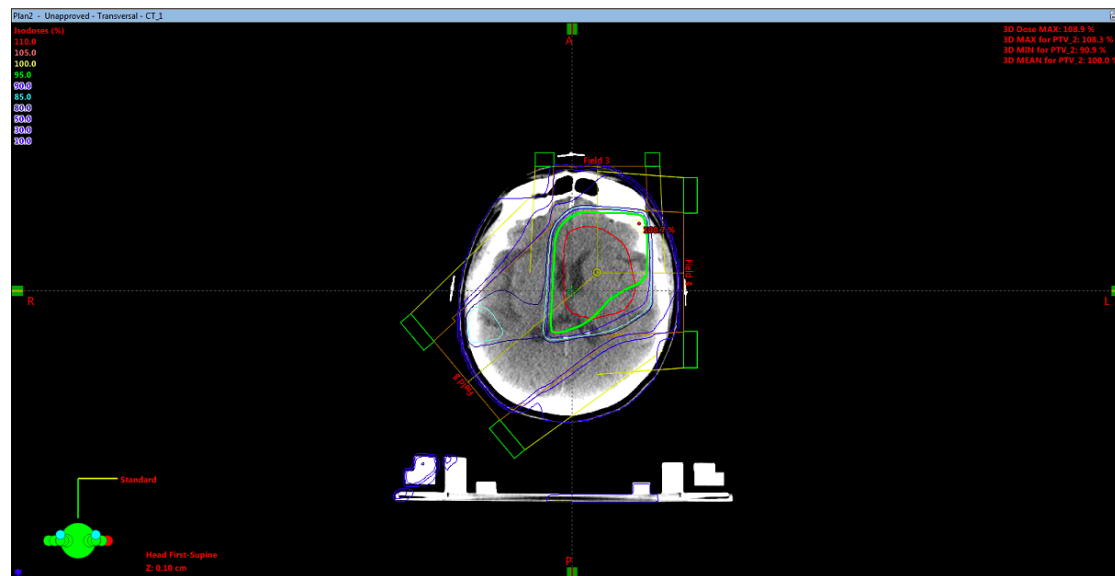


Abbildung 5: Darstellung der Dosisverteilung im Kopf in Transversalansicht.

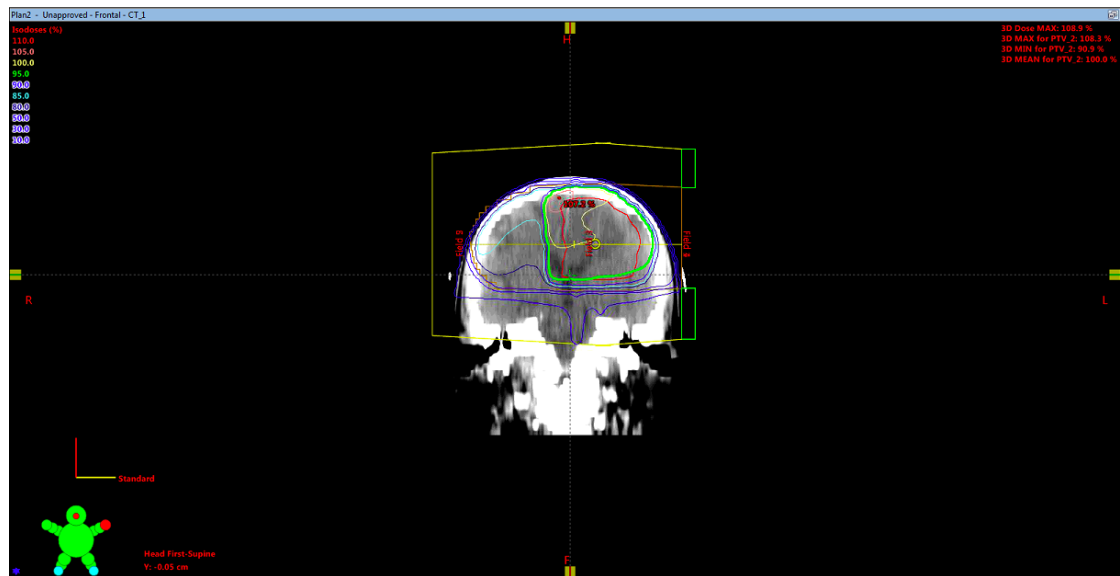


Abbildung 6: Darstellung der Dosisverteilung im Kopf in Frontalansicht.

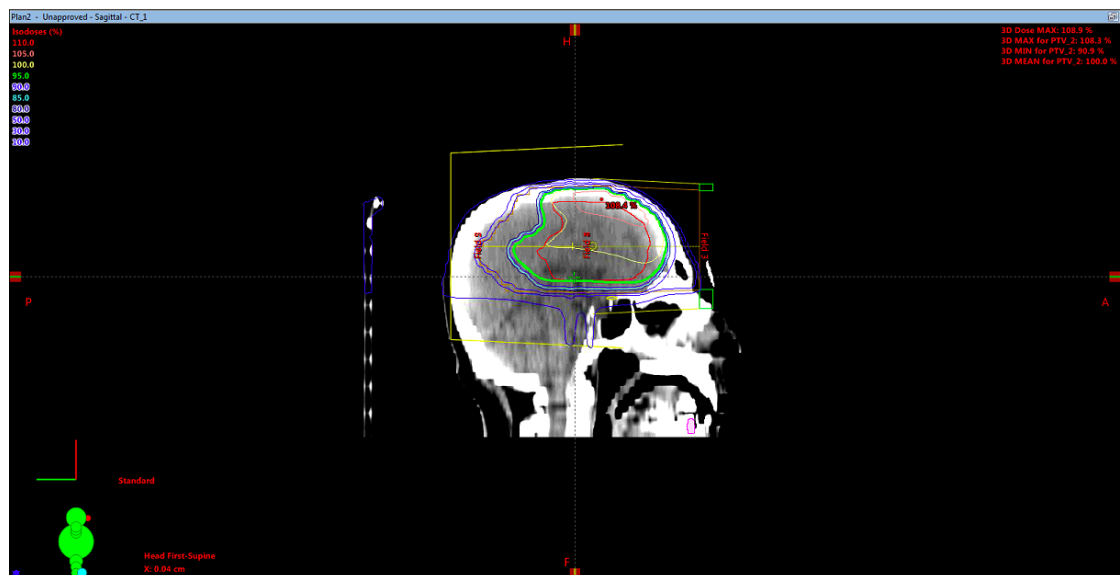


Abbildung 7: Darstellung der Dosisverteilung im Kopf in Sagittalansicht.

Auch für diesen Plan wird ein DVH erstellt um die Dosisverteilung besser beurteilen zu können. Dieses DVH ist in der Abbildung 8 gezeigt. Anhand des DVHs für das PTV ist zu erkennen, dass etwa 97% des PTVs eine relative Dosis von 95% erhält. Die maximale Dosis innerhalb des PTVs liegt bei 108,3%, was auch über der erlaubten maximalen Dosis von 107% liegt. Es ist allerdings auch zu erkennen, dass sowohl in dem PTV, als auch in dem gesamten Schädel nur ein sehr kleiner Teil eine relative Dosis von über 107%

erhält. Es sind außerdem wieder die DVHs der Risikoorgane dargestellt. Anhand der Kurve für das Chiasma ist zu erkennen, dass es bei diesem Bestrahlungsplan gut geschont werden konnte und nur eine relative maximale Dosis von 24,2% erhält. Auch bei diesem Plan erhält die linke Augenlinse eine etwas größere Dosis als die rechte Augenlinse. Die maximalen Dosen der Augenlinsen sind 7% und 4%.

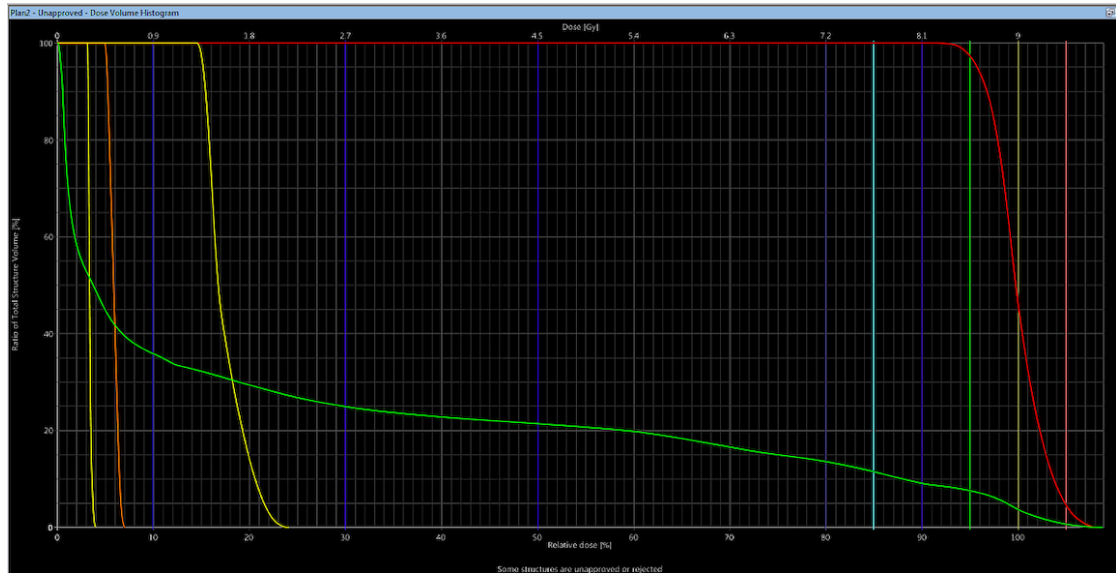


Abbildung 8: Dosis-Volumen-Histogramm für das PTV2 in rot und den gesamten Schädel in grün. Außerdem ist das DVH für das Chiasma in gelb, für die linke Linse in orange und für die rechte Linse in grün.

Summe der Bestrahlungspläne

In der Abbildung 9 ist das DVH der Summe der beiden Bestrahlungspläne dargestellt. Bei diesem DVH ist auf der x-Achse die absolute Dosis angegeben. Dieses DVH ist gezeigt um zu überprüfen ob die Organdosisgrenzwerte für die Augenlinsen und das Chiasma eingehalten worden sind. Anhand der Kurven ist zu erkennen, dass die gesamte maximale Dosis der Augenlinsen 2,986 Gy und 4,722 Gy beträgt. Beide Werte liegen unterhalb des Grenzwertes von 5 Gy [3]. Das Chiasma erhält eine gesamte maximale Dosis von 49,479 Gy. Auch diese Dosis liegt unterhalb des Grenzwertes von 54 Gy [3].

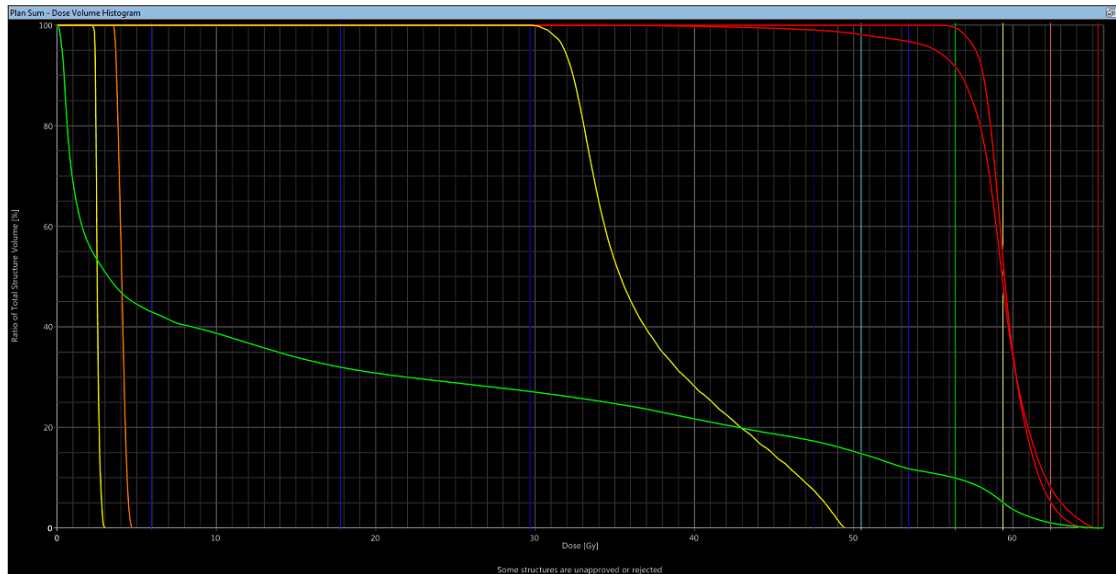


Abbildung 9: Dosis-Volumen-Histogramm für die Summe der beiden Bestrahlungspläne. Für das PTV1 und PTV2 in rot und den gesamten Schädel in grün. Außerdem ist das DVH für das Chiasma in gelb, für die linke Linse in orange und für die rechte Linse in gelb.

Insgesamt wurde durch die Verwendung von fünf Feldern gewährleistet, dass die beiden Zielvolumina im ausreichenden Maße mit der 95% Isodosenlinie umschlossen wurden. Durch die Verwendung von MLCs ist erreicht worden, dass die Organdosisgrenzwerte für die Augenlinsen und das Chiasma nicht überschritten werden.

Literatur

- [1] 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).
- [2] NetDoktor. *Glioblastom*. Dr. med. Ricarda Schwarz, 2016. URL: <https://www.netdoktor.de/krankheiten/hirntumor/glioblastom/> (besucht am 24.07.2020).
- [3] *Risikoorganbewertung im DVH*. TU Dortmund, 2020. URL: https://moodle.tu-dortmund.de/pluginfile.php/1279289/mod_resource/content/1/Bewertung-DVH.pdf.