

TPS Praktikum

Bronchialkarzinom

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

Lauritz Klünder
lauritz.kluender@tu-dortmund.de

Durchführung: 10.08.2020

Abgabe: 16.08.2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

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

1 Einleitung

In diesem Beispiel wird eine Form des Lungenkarzinoms betrachtet, das kleinzellige Lungenkarzinom. Kleinzellige Lungenkarzinome zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine hohe Zellteilungsrate haben. Diese Eigenschaft führt dazu, dass sich diese Karzinome zum einen frühzeitig ausbreiten, aber zum anderen sind sie deshalb gut mit einer Strahlentherapie zu behandeln. In den Stadien 1-3 dieser Erkrankung besteht noch ein kurativer Therapieanspruch. [3]

2 Patientenvorstellung

Die Patientin leidet an persistierenden Husten und bei einer CT-Untersuchung ist der Verdacht auf ein Lungenkarzinom aufgetreten. Durch eine Bronchoskopie mit histologischer Diagnosesicherung ist ein lokal fortgeschrittenes und lymphogen metastasierendes kleinzelliges Lungenkarzinom rechtsseitig diagnostiziert worden. Aus diesem Grund ist eine potentiell kurativ intendierte kombinierte Chemo-Strahlentherapie verordnet worden. Die Patientin ist 161 cm groß und wiegt 53 kg. Durch eine Skelettszintigraphie ist festgestellt worden, dass keine Knochenmetastasen vorliegen. Bei einem MRT des Schädels ist eine meningeale Metastase gefunden worden. Aus diesem Grund wird gegebenenfalls anschließend eine prophylaktische Ganzhirnbestrahlung durchgeführt. Zu weiteren Diagnosen zählen arterielle Hypertonie, Hyperurikämie, Polyarthrose in den Fingergelenken und eine Nickelallergie. Außerdem ist die Patientin Raucherin. Die Strahlentherapie wird mit der Shrinking-Field-Technik in zwei Bestrahlungsserien durchgeführt. Dabei wird bei der ersten Bestrahlungsserie ein größeres PTV bestrahlt und bei der zweiten Serie ein kleineres. In der ersten Serie wird der Tumor und die mediastinalen Lymphabflusswege in das PTV aufgenommen. Im Anschluss wird das PTV auf den sichtbaren Tumor und befallene Lymphknoten reduziert. Bei der ersten Serie wird eine Summendosis von 50,4 Gy fünf mal pro Woche mit 1,8 Gy pro Sitzung appliziert. Bei der zweiten Serie wird eine Dosis von 9 Gy appliziert, dass sich eine Gesamtdosis von 59,4 Gy ergibt. Die beiden PTVs sollten sicher von der 95% Isodosenlinie umschlossen werden.

3 Bestrahlungsplanung

Bevor mit der Bestrahlungsplanung begonnen wird, werden zunächst wichtige Strukturen in die CT-Daten eingezeichnet. Dabei wird zum einen der gesamte Thorax konturiert und auch mögliche Risikoorgane. Risikoorgane bei dieser Therapie sind die Lunge, das Herz, das Rückenmark und die Speiseröhre. Bei diesen Organen muss darauf geachtet werden, dass die Organdosisgrenzwerte nicht überschritten werden. Die beiden PTVs sind bereits in den CT-Daten eingezeichnet, als PTV1 und PTV2. Dabei ist PTV1 das größere Zielvolumen der ersten Bestrahlungsserie und PTV2 das kleinere. Da bei dieser Strahlentherapie mit der Shrinking-Field-Technik gearbeitet wird, müssen zwei Bestrahlungspläne erstellt werden. Bei der ersten Bestrahlungsserie wird nur das PTV1 betrachtet. Bei dieser Bestrahlung werden drei Felder verwendet. Die Gewichtungen,

Gantry-Rotationen und Größen dieser Felder sind in der Tabelle 1 dargestellt.

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

| Feld | Gantry-Rotation | Gewichtung | Feldgröße |
|------|-----------------|------------|--------------------------|
| 1 | 235° | 0,8 | 9,3x11,0cm ² |
| 2 | 120° | 1,0 | 10,1x10,4cm ² |
| 3 | 320° | 1,0 | 11,0x10,7cm ² |

Dabei sind bei allen Feldern MLCs verwendet worden. Die MLCs sind manuell an das PTV1 angepasst worden. Bei dem zweiten Bestrahlungsplan wird das kleinere PTV2 betrachtet. Für diese Bestrahlung sind vier Felder verwendet worden. Die Daten dieser Felder sind in der Tabelle 2 gezeigt.

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

| Feld | Gantry-Rotation | Gewichtung | Feldgröße |
|------|-----------------|------------|------------------------|
| 1 | 0° | 0,6 | 9,8x7,6cm ² |
| 2 | 90° | 0,8 | 9,4x7,6cm ² |
| 3 | 270° | 0,7 | 9,4x7,6cm ² |
| 4 | 180° | 1,0 | 9,8x7,6cm ² |

Auch bei diesen Feldern sind immer MLCs verwendet worden, die an das PTV2 angepasst worden sind. Beide Bestrahlungspläne werden auf „100% target mean“ normiert.

4 Auswertung und Diskussion

Bestrahlungsplan für das PTV1

Bei der ersten Bestrahlungsserie wird das PTV1 bestrahlt. In den Abbildungen 2, 3 und 4 ist die Dosisverteilung in der Lunge in der Transversal-, Sagittal- und Frontalansicht zu sehen. In den Abbildungen ist zu erkennen, dass die 95 % Isodosenlinie das rot eingezeichnete PTV in dem meisten Bereichen gut umschließt. Für eine bessere Beurteilung ist das Dosis-Volumen-Histogramm in der Abbildung 1 gezeigt. Anhand der DVH Kurve für das PTV1 (rot) ist zu erkennen, dass lediglich in einem kleinen Teil des PTVs es nicht gelungen ist eine Dosis von 95 % zu erreichen. Das liegt daran, dass das PTV1 bis in die Lunge hineinreicht, die hauptsächlich aus Luft besteht. Da Luft eine geringere Dichte als das Tumorgewebe hat, wird dort weniger Dosis absorbiert und somit konnte in diesen Bereichen des PTVs nicht die gewünschte Dosis von 95% erreicht werden. Aus diesem Grund liegt die minimale Dosis, die im PTV1 deponiert wird, bei 86,2 %. Es werden trotzdem 95,25 % des Volumens des PTVs von der 95 % Isodosenlinie umschlossen.

Die maximale relative Dosis 105,3 % wird im PTV1 deponiert und liegt 1,7 % unter der erlaubten maximalen Dosis von 107 % [1].

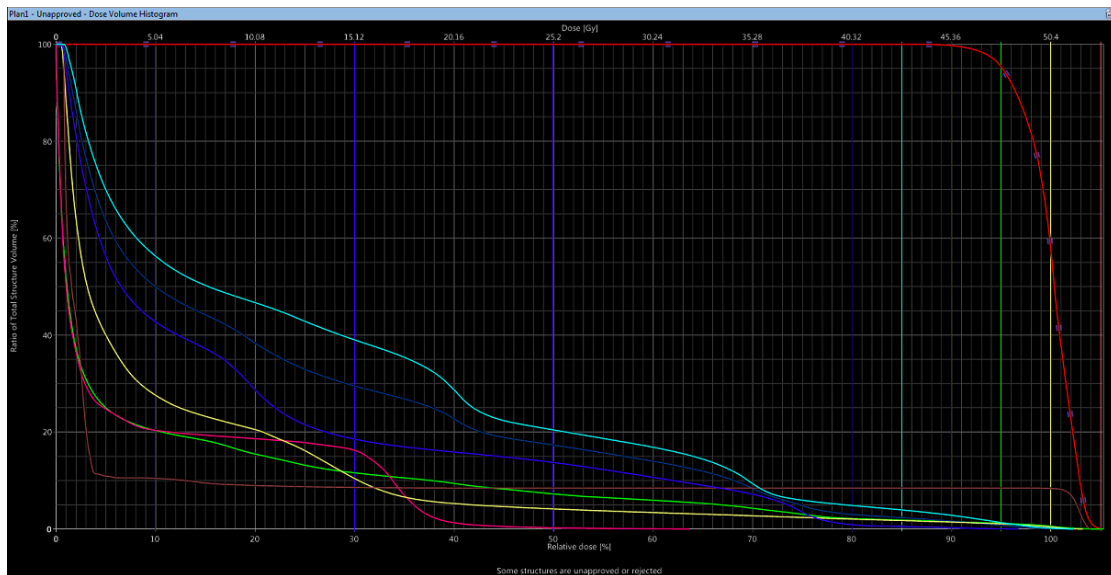


Abbildung 1: Zu sehen ist das DVH der Lunge. In roter Farbe dargestellt ist das PTV1 und in grüner Farbe der Thorax. Außerdem sind noch die einzelnen Isodosenlinien eingezeichnet und die einzelnen Kurven zu den Risikoorganen wie Herz (gelb), Lunge rechts (hellblau), Lunge links (blau), Lunge gesamt (dunkelblau), die Speiseröhre (braun) und das Rückenmark (pink).

Anhand des DVHs des gesamten Thorax (grüne Kurve) ist zu erkennen, dass in dem gesamten Thorax nur eine relativ geringe Dosis deponiert wird. Etwa 7,22 % des Thoraxvolumens erhält noch eine relative Dosis von 50 %. Durch die DVH Kurven der Risikoorganen ist zu erkennen, dass diese gut geschont werden konnten. Von den Risikoorganen erhält die Lunge die meiste Dosis, was bei der Lokalisation des Tumors zu erwarten war. Um zu überprüfen 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.



Abbildung 2: Darstellung der Dosisverteilung in der Sagittalansicht der Lunge.

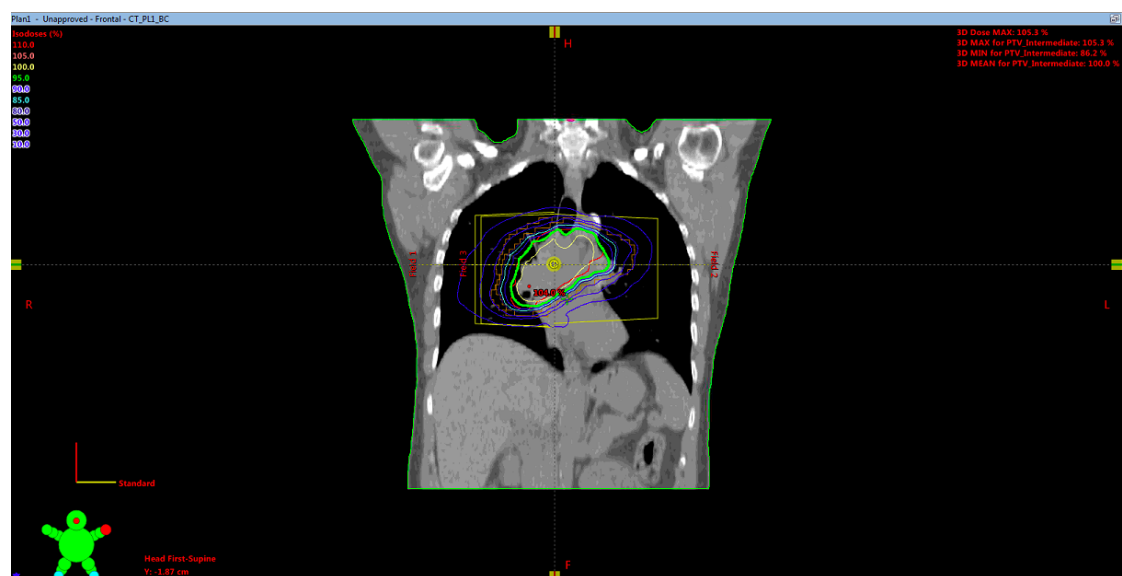


Abbildung 3: Darstellung der Dosisverteilung in der Frontalansicht der Lunge.

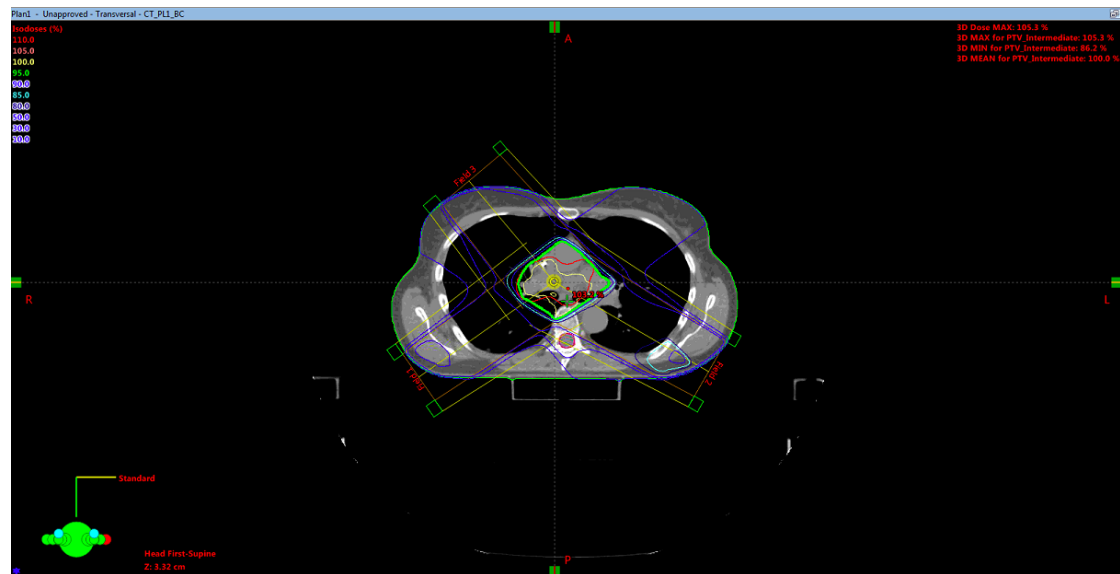


Abbildung 4: Darstellung der Dosisverteilung in der Transversalansicht der Lunge.

Bestrahlungsplan für das PTV2

Bei dem zweiten Bestrahlungsplan wird das kleinere PTV2 bestrahlt. Die resultierende Dosisverteilung ist in den Abbildungen 6, 7 und 8 gezeigt. Dabei sind die gleichen Ansichten gezeigt, wie bei dem ersten Plan. Auch hier ist es nicht gelungen, dass die 95 % Isodosenlinie das PTV2 komplett umschließt. Es werden 94,1 % des Volumens von der 95 % Isodosenlinie umschlossen. Auch in diesem Fall liegt es an den großen Dichteunterschied zwischen Lungengewebe und Tumorgewebe. Die maximale relative Dosis wird innerhalb des PTVs appliziert und liegt bei 106,3 %, was unterhalb der erlaubten maximalen Dosis von 107 % liegt. Die minimale relative Dosis in dem PTV2 liegt bei 87,3 %. Diese Dosis liegt minimal unterhalb des gewünschten Dosis von 95 %. Das zugehörige DVH ist in der Abbildung 5 gezeigt.

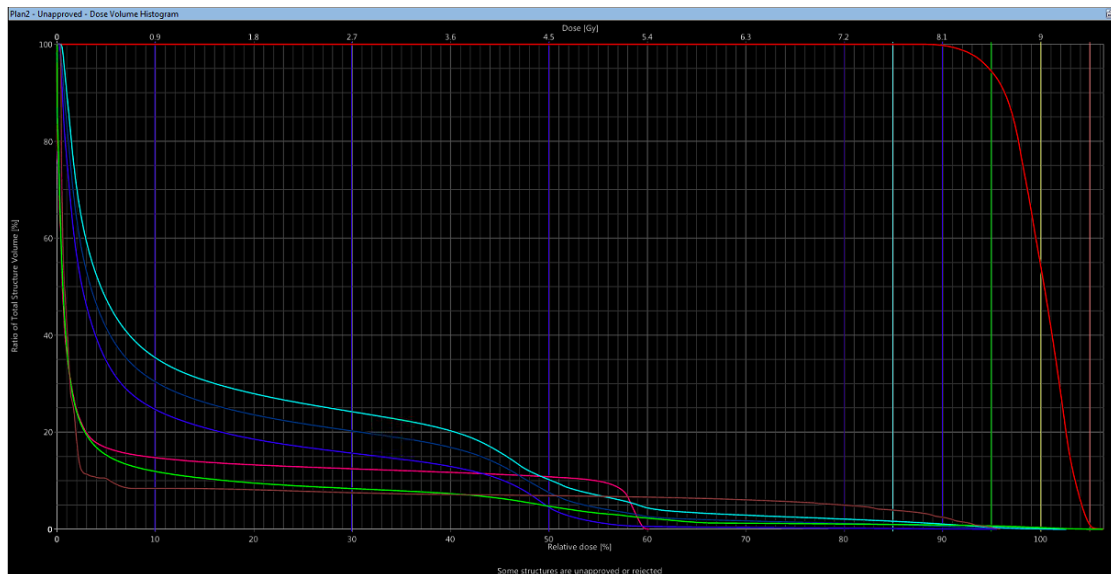


Abbildung 5: Zu sehen ist das DVH der Lunge. In roter Farbe dargestellt ist das PTV2 und in grüner Farbe ist der gesamte Thorax. Außerdem sind noch die einzelnen Isodosenlinien eingezeichnet und die einzelnen Kurven zu den Risikoorganen wie z.B. Herz (gelb), Lunge rechts (hellblau), Lunge links (blau), Lunge gesamt (dunkelblau), die Speiseröhre (braun) und das Rückenmark (pink).

Anhand des DVHs des gesamten Thorax (grüne Kurve) ist zu erkennen, dass in dem gesamten Thoraxvolumen nur eine relativ geringe Dosis deponiert wird. Nur etwa 4,58 % des Volumens erhält noch eine relative Dosis von 50 %. Auch bei diesen Plan sind die Risikoorgane gut geschont worden, was anhand ihrer DVH Kurven gesehen werden kann. Im folgenden wird die Summe der beiden Pläne betrachtet um beurteilen zu können ob die Organdosisgrenzwerte eingehalten worden sind.

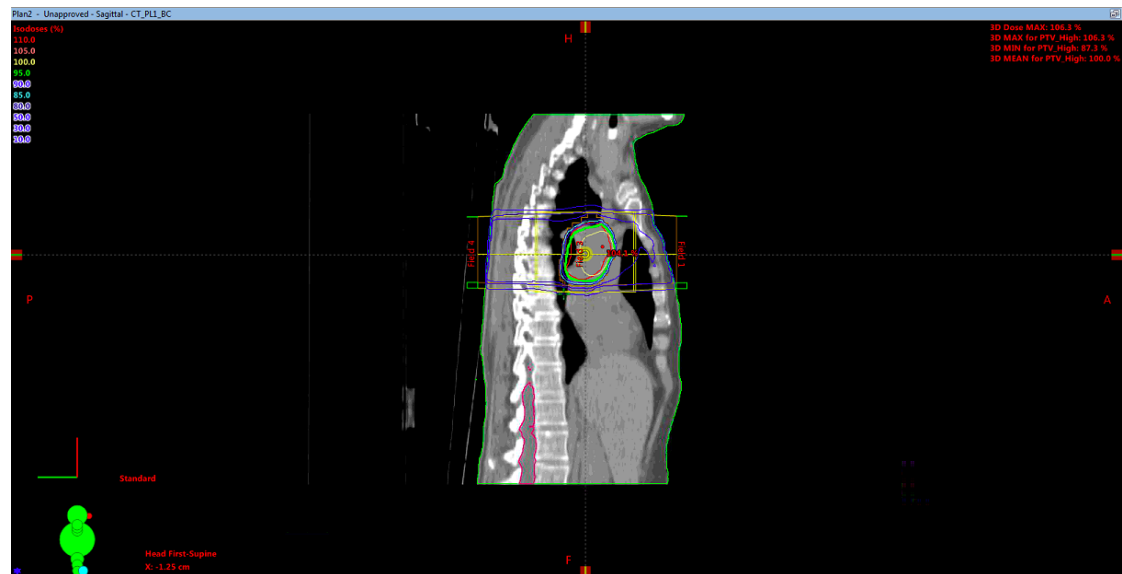


Abbildung 6: Darstellung der Dosisverteilung in der Sagittalansicht der Lunge.



Abbildung 7: Darstellung der Dosisverteilung in der Frontalansicht der Lunge.



Abbildung 8: Darstellung der Dosisverteilung in der Transversalansicht der Lunge.

Summe der Bestrahlungspläne

In der Abbildung 5 ist das DVH der Summe der beiden Bestrahlungspläne dargestellt. Die Organdosisgrenzwerte werden aus der QUANTEC Tabelle entnommen. Die mittlere Dosis der Lunge darf 20 Gy nicht überschreiten und es darf nicht mehr als 30 % des Lungenvolumens eine Dosis von 20 Gy erhalten [2]. Diese Grenzwerte wurden erfolgreich eingehalten, weil nur 25,76 % des Volumens eine Dosis von 20 Gy erhält und die mittlere Dosis liegt bei 12,717 Gy. Die rechte Lunge beträgt eine mittlere Dosis von 15,083 Gy und die linke Lunge eine mittlere Dosis von 9,991 Gy. Die rechte Lunge beträgt bei einer Dosis von 20 Gy mehr als 30 % und zwar sind es 33,41 %, während die linke Lunge beträgt bei einer Dosis von 20 Gy nur 17,17 %. Die mittlere Dosis laut QUANTEC liegt bei 7 Gy als auch 13 Gy und das entspricht jeweils für eine Wahrscheinlichkeit von 5 % als auch von 10 % einer symptomatischen Pneumonitis [4]. Daraus lässt sich schließen, dass bei der rechten Lungenflügel als auch bei der linken Lungenflügel die Dosis und durch den Bestrahlungsplan nicht verhindert werden kann, weil das PTV direkt im Lungenvolumen liegt. Ansonsten liegen die beiden Lungenflügel unter dem Grenzwert von 20 Gy. Der Grenzwert für die mittlere Dosis bei dem Herz beträgt 26 Gy und weniger als 46 % des Herzvolumens darf eine Dosis von 30 Gy erhalten [2]. Dies wurde auch erfolgreich eingehalten, weil nur 3,7 % mit einer Dosis von 30 Gy bestrahlt wird und die mittlere Dosis liegt bei 5,894 Gy. Bei dem Rückenmark darf die maximale Dosis 45 Gy nicht überschreiten [2]. Bei diesen Plänen liegt die maximale Dosis des Rückenmarks bei 31,92 Gy und liegt somit unterhalb des Grenzwertes. Bei dem Oesophagus darf die mittlere Dosis 34 Gy nicht überschreiten und weniger als 50% des Volumens darf eine Dosis von 35 Gy erhalten [4]. Auch diese Grenzwerte wurden eingehalten, da die mittlere Dosis bei 5,940 Gy liegt und nur etwa 9% des Volumens eine Dosis von 35 Gy erhält.

Bei den erstellten Plänen konnte zwar nicht erreicht werden, dass die PTVs komplett von der 95% Isodosenlinie umschlossen werden, allerdings ist der Anteil der PTVs der nicht umschlossen werden konnte sehr gering. Durch die verwendeten Felder mit individuell angepassten MLCs konnten die Organdosisgrenzwerte aller Risikoorgane eingehalten werden.

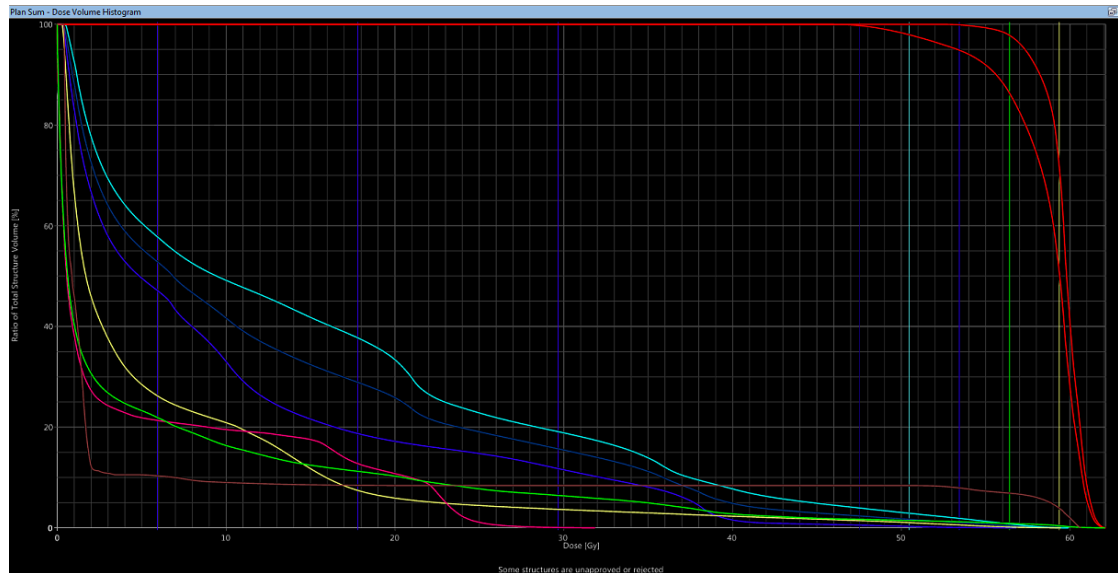


Abbildung 9: DVH für die Summe der beiden Bestrahlungspläne. Für das PTV1 und PTV2 in rot und den gesamten Körper in grün. Außerdem ist das DVH für das Herz in gelb, für die Lunge in dunkelblau, für die Speiseröhre in braun und für das Rückenmark in pink.

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] *Risikoorganbewertung im DVH*. TU Dortmund, 2020. URL: https://moodle.tu-dortmund.de/pluginfile.php/1279289/mod_resource/content/1/Bewertung-DVH.pdf.
- [3] Jan Stöhlmacher und Michael Thomas. *Lungenkarzinom, kleinzellig (SCLC)*. Deutsche Gesellschaft für Hämatologie und Medizinische Onkologie e.V., 2019. URL: <https://www.onkopedia.com/de/onkopedia/guidelines/lungenkarzinom-kleinzellig-sclc/@guideline/html/index.html> (besucht am 16.08.2020).
- [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.