



IMRT in Würzburg

Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie

K. Bratengeier

K. Baier

M. Gainey

T. Krieger

M. Oechsner

A. Richter

O. Sauer

F. Schwab

J. Wilbert



IMRT in Würzburg

Beispiele aus der Praxis

Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie



Randbedingungen

Mischbetrieb verschiedener Hersteller:

1. Linacs:
Siemens „Primus“ mit 1 cm Leaves (4)
Elekta „Synergy“ mit Mittelfeldkollimator 4 mm-leaves(1);
VMAT-fähig
2. Verifikation:
Nucletron/Theranostic „Oncentra Record“ 2.1 (Visir)
3. Planungssystem:
Philips „Pinnacle³“
4. Auswertung Filmdosimetrie:
IBA/Welhöfer „OmniPro I'mrt“
5. Ionisationskammer-Dosimetrie, Wasserphantome:
PTW + IBA/Welhöfer



IMRT-Planungen – Patientenzahlen

TMS

2000-2002: 0 Patienten

PLATO ITP (frühe „Konrad“-Version)

2002-2005: 40

Pinnacle³ mit DMPO (direct machine parameter optimization)

2005	12
2006	113
2007	283
2008	286
2009	>300 ?

- bei insgesamt jeweils ca. 2000 neuen Patienten im Jahr
- Mit Boost, aber ohne Vergleichspläne oder Umplanungen wegen Gerätewechsel



Ziel: (Sehr) gute, international konkurrenzfähige IMRT-Pläne für große Patientenzahlen

- > Robuste Lösungen
- > Zeit sparende Lösungen
- Gutes Material / Planungssystem
(Qualität der Pläne, hohe Geschwindigkeit der Planung,
schnelle und exakte Umsetzbarkeit der Pläne)
Möglichst große und wenige Segmente
Z.B. Direct Aperture Optimisation (z.B. DMPO)
- Einheitliches Vorgehen in der Abteilung
- Planungskonzepte / Anleitungen, die von mehreren Personen
fehlerlos umgesetzt werden können
„Rezeptartige“ Planung
- Einfache, schnelle Checks
(abgestimmt auf Besonderheiten des Planungskonzepts)
- ...



Klassen

- Spezielle Anforderungsbögen
- Spezielle Planungsanleitungen
- bereits bestehende Klassen:
 - Prostata mit integriertem Boost ohne LAG
 - Prostata mit integriertem Boost mit LAG 1.Serie
 - Prostata mit integriertem Boost mit LAG 2.Serie
 - HNO mit SIB
 - HNO sequentiell
 - Mamma mit parasternalen LK oder spezieller Brustform
 - Anal-Ca
- In Vorbereitung (Anleitung vorh.):
 - Wirbelkörper-Metastase
 - Bronchial-Ca.

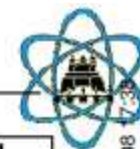




Anforderungsbögen – Beispiel einfache PTV



Anforderung Bestrahlungsplanung **IMRT Mamma (Hauptserie)**



Fraktionszahl: **28 / 25**

nominelle Einzeldosis: **1.8 / 2.0 Gy**

für Brust links ☐ / Brust rechts ☐

Flab für 0 ____ Fraktionen

Bestrahlungsbeginn: ____ . ____ .20

Patientenaufkleber

Gewählter Plan / Trial

	Volumen	Kurz- bezeichnung	Vorgabe (GD)	bezogen auf (Gesamtdosis)	Erreichte Planungswerte	
Ziel- volu- mina	PTV	PTV	50.4 / 50.0 Gy ± 1%	D_{mean} (PTV-0.5) ICRU-Dosis, 100%		
			< 3.3 %	σ (PTV-0.5) (Standardabweichung)		
			≥ 47.5 Gy	D_{min} (PTV-0.5)		
	Tumorbett	Bst	50.4 Gy	D_{min} (Boost-0.5)		
OAR	Lunge ipsilateral	Lung_ipsi	< 15 Gy	D_{mean}		
			< 35 Gy	D_{10}		
	Lunge contralateral	Lung_contr	< 8 Gy	D_{mean}		
			< 35 Gy	D_{01}		
	Herz	Herz	< 10 Gy	D_{mean} bei Mamma links		
			< 8 Gy	D_{mean} bei Mamma rechts		
			< 35 Gy	D_{01}		
			Minimieren auch unter diesen Werten			
	Leber	Leber	< 10Gy	D_{mean}		
			< 35 Gy	D_{01}		
	Spinalkanal	SK	< 40 Gy	D_{Max}		
	Brust contralateral	Br_contr	<< 5 Gy	D_{mean}		
	Oesophagus	Oes	< 20 Gy	D_{10}		
alle	Outline	Outline	< 110 %	D_{Max}		

Fett: bindend. Kursiv: optional; ggf. streichen – Einträge rechts der Doppellinie vor Planausgabe – Version vom 02.12.2008
Zielvolumina grenzen aneinander an - S:\strahlentherapie\IMRT\1_Planung\Anforderung_Mamma_IMRT.doc



OA ____ Datum ____ . ____ .20 / Planer ____ Datum ____ . ____ .20 / Phys. ____ Datum ____ . ____ .20

Anforderungsbögen – Beispiel S. Integrated Boost



Anforderung Bestrahlungsplanung IMRT HNO SIB



tt: bindend. Kursiv: optional; ggf. streichen – Einträge rechts der Doppellinie vor Planausgabe - Version vom 02.12.2008 17:37
volumina grenzen aneinander an - S:\strhe\all\IMRT\1_Planung\Anforderung_HNO_SIB_IMRT.doc

Fraktionszahl:

Flab für Fraktionen

Bestrahlungsbeginn: . .20

Patientenaufkleber

Gewählter Plan / Trial

	Volumen	Kurz- bezeichnung	Vorgabe (GD)	bezogen auf (Gesamtdosis)	Erreichte Planungswerte	
Ziel- volu- mina	PTV	PTV	Gy \pm 2%	D ₉₅ (PTV-Haut) Nenn-Dosis		
			< 3.3 %	σ (PTV-0.5) (Standardabweichung)		
	Boost	Bst	Gy \pm 2%	D ₉₅ (Bst) Nenn-Dosis, 100% o.GTV		
			< 3.3 %	σ (Bst-0.5) (Standardabweichung)		
	GTV	GTV	Gy \pm 2%	D ₉₅ (GTV) Nenn-Dosis, 100%		
			< 3.3 %	σ (GTV-0.5) (Standardabweichung)		
OAR	Spinalkanal	SK	< 40 Gy	D _{1ccm}		
	Medulla Oblongata	MO	< 45 Gy	D _{1ccm}		
	Parotis links	Par_li	< 20 Gy	D ₆₇ (wenn nicht befallen)		
			<< 26 Gy	D _{mean} (wenn nicht befallen)		
	Parotis rechts	Par_re	< 20 Gy	D ₆₇ (wenn nicht befallen)		
			<< 26 Gy	D _{mean} (wenn nicht befallen)		
	Larynx	Lar	< 45 Gy	D ₀₅ (bei geteiltem Zielvolumen)		
			\leq D ₉₅ (PTV-0.5)	D _{Max}		
	Mandibula	Mand	\leq D ₉₅ (PTV-0.5)	D _{Max}		
			< 60 Gy	D ₁₀ (wenn nicht befallen)		
			< 52 Gy	D ₅₀ (wenn nicht befallen)		
	Augenlinsen	Li_li Li_re	< 10 Gy	D ₀₅		
	Sehnerven	NO_li NO_re	< 50 Gy	D ₀₅		
	Chiasma	Chiasma	< 50 Gy	D ₀₅		
	Innen- Mittel-Ohr	Ohr_li, ..._re	< 30 Gy	D ₀₅		
alle	Outline	Outline	< 115 %	D _{Max}		

OA Datum . .20 / Planer Datum . .20 / Phys. Datum . .20



IMRT mit Pinnacle³ (DMPO)

- Prostata, HNO (Speicheldrüsenregion, mehrfach ineinander geschachtelte PTV), Brust mit Mammaria interna, Anal-Ca., Meningeom ...
- RO: 2-8 (meist 3 Hilfsvolumina „Zielvolumen-umschließend“)
- ZV: 1-3 nebeneinander / geschachtelt
- Philips Pinnacle3 , Superpositionsalgorithmus
- Segmentierung parallel zur Optimierung (DMPO)
- 7 Felder (Prostata)
- 9 Felder (sonst)
- Im Mittel 41 Segmente
(25-50 Segmente in 95% der Fälle); meist großflächig
- Planungszeit 0.5-3 h
(ohne Einzeichnung von Strukturen, ohne Plan-Ausgabe)



Allgemeine IMRT- Anleitung

INHALTSVERZEICHNIS

1. VORARBEITEN, HÄUFIG GEMACHTE FEHLER.....	3
1.1. Planvorbereitung	3
1.2. beliebte Fehlerquellen ausschließen.....	3
2. VOLUMINA (STRUKTUREN).....	3
2.1. Einteilung der Strukturen	3
2.2. Bereinigung von Strukturen.....	3
2.3. Dichte-Korrekturen	4
2.4. Hilfsstrukturen für integrierten Boost	4
2.5. Hilfsstrukturen zur Schonung des gesunden Gewebes (Skript!).....	4
2.6. Hilfsstrukturen bei Überlapp PTV/OAR.....	4
2.7. spezielle Hilfsstrukturen	4
3. FELD-DEFINITIONEN	5
3.1. Feldanzahl.....	5
3.2. Einstrahlrichtungen	5
3.3. Isozentrum.....	5
3.4. Kollimatorwinkel.....	5
3.5. Flabs.....	6
3.6. weitere Parameter	6
4. OBJECTIVES (CONSTRAINTS).....	7
4.1. Allgemeine Bemerkungen	7
4.2. Reihenfolge der Objectives (Empfehlung).....	7
4.3. Zielvolumina: Zwei Typen der Dosisverschreibung	7
4.4. Zielvolumina – Objectives (Werte runden, bitte nachfolgende Tabellen beachten)	8
4.5. PTV-0.5.....	8
4.6. Ringartige Strukturen um die PTVs	8
4.7. OAR	9
5. IMRT-EINSTELLUNGEN	10
5.1. allgemeine Parameter, erster Planungsdurchgang	10
6. WEITERE SCHRITTE WÄHREND DES OPTIMIERUNGSPROZESSES	11
6.1. Anpassung der Objectives der vorhandenen ROIs	11
6.2. Hilfsvolumina und ihre Objectives erstellen	11
6.3. Reduktion der Segmentzahl nach jedem Planungsdurchgang	11
7. ÜBERSICHT DER OBJECTIVES (BEISPIELE)	12
7.1. einfaches Zielvolumen	12
7.2. geschachtelte Zielvolumina	13
7.3. zusätzliche Risikoorgane (nur sehr grobe Orientierung)	14
8. ABSCHLUSS DER PLANUNG.....	15
8.1. Collapsed Cone.....	15
8.2. Oberflächennahe PTV ohne Flab.....	15
8.3. Dosierungspunkt setzen für VISIR (NORM)	16
8.4. Eintrag des Patienten im Ordner IMRT-Patienten bzw. „Verknüpfung mit IMRT“ am Desktop.....	16

Spezielle IMRT-Anleitungen

Protokoll IMRT Mamma



Es werden hier nur die Besonderheiten dieser Fallgruppe angesprochen!

Grundsätzliches:

Die Dosisvorgaben der IMRT-Anforderung sind einzuhalten.

Es gelten mindestens die Maßstäbe wie bei der üblichen Mamma-Planung:
Dosisvorgabe nach ICRU: Mittelwert d. PTV-Plateaudosis, d.h. „Mean“ aus PTV-0.5^{1,2}
Homogenitätsmaß: Standardabweichung im PTV-0.5 besser als 3.3%³
Homogenitätsmaß (testweise): PTV-0.5 Min \geq 95% der ICRU-Dosis – mit Flab (zusätzlich für IMRT)

Konturierung Zielvolumina und Risikoorgane

- lt. IMRT-Anforderung

Dosis Ziele

- lt. IMRT-Anforderung

IMRT-Planung

1. Hilfskonturen

Skripte unter

Scripting → Hauptmenue → IMRT → IMRT Start

Scripting → Hauptmenue → IMRT → Outline-PTV+2 Abdomen

PTV-0.5

Outline

PTV_1-0 Ring mit 1cm Dicke um das PTV

PTV_2-1 Ring mit 1cm Dicke um das erweiterte PTV (PTV+1cm)

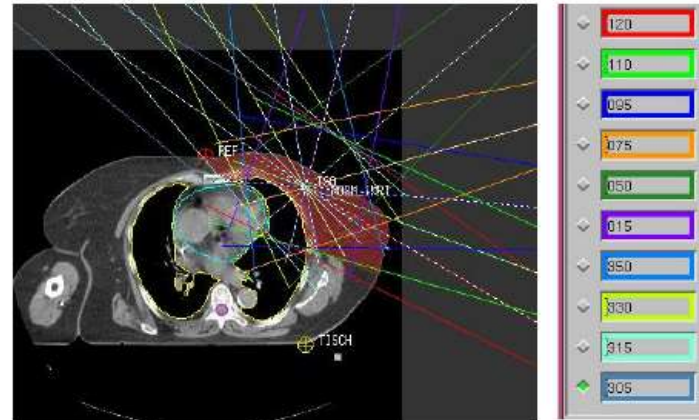
Outline-(PTV+2)

2. Beams:

10 Felder (nicht äquidistante Winkel), 6 MV, Static

Skripte unter

Scripting → Hauptmenue → IMRT → 10F 6MV Primus MaCa li oder re (optimierte Feldanordnung)



10F optimierte Feldanordnung

Für den Planungsprozess Bolus auf alle Felder

Scripting → Hauptmenue → Nuetzliches → Add Bolus (all beams)

3. Isozentrum setzen

Punkt ISO so setzen, dass PTV vollständig erfasst wird

4. Dosegrid / Algorithmus

Für den Planungsprozess: Raster auf 0.5 cm (nicht größer als Leaf-Breite)

Für die finale Version: Raster auf 0.4 cm -längs: wie Schichtdicke

Dosegrid sollte beide Lungen und PTV umfassen

Algorithmus auf CC

5. IMRT Planung:

Optimierung grundsätzlich mit Bolus

Bolus lt IMRT-Anforderung

6. Bei Mamma mit Supra

Segmente

- nach Plausibilität prüfen
- Segmente sollten nur die Zielvolumina treffen (PTV)
- Segmente aus Tangenten-Richtung überstrahlen lassen

Rechnen des Planes mit CC und 3 mm Raster

Current	Name	Data Set	2D Mode	3D Mode	Color	Number of Contours	Box Size	Line Width
◆	PTV		Poly	Surface	red	17	Medium	Thick
◆	SK		Contour	Off	green	21	Medium	Medium
◆	re Parotis		Contour	Off	blue	7	Medium	Medium
◆	li Parotis		Off	Off	lightblue	9	Medium	Medium
◆	Boost		Contour	Off	purple	12	Medium	Thick
◆	Larynx		Contour	Off	yellow	7	Medium	Medium
◆	HC_PTV_1-0		Off	Off	aquamarl	38	Medium	Medium
◆	HC_PTV_2-1		Off	Off	teal	46	Medium	Medium
◆	Outline		Off	Off	brown	87	Medium	Thin
◆	Outline-(PTV+2		Off	Off	steelblue	109	Medium	Medium
◆	PTV-Boost		Contour	Off	tomato	29	Medium	Medium
◆	(PTV-Boost)-0		Colorwash	Off	maroon	32	Medium	Medium
◆	HC_Nacken		Contour	Off	forest	21	Medium	Medium
◆	Outline-0.5		Contour	Surface	olive	84	Medium	Medium
◆	HC_Haut		Off	Off	yellow	174	Medium	Medium
◆	PTV-HC_Haut		Off	Off	red	16	Medium	Medium
◆	Boost-HC_Haut		Colorwash	Off	purple	12	Medium	Medium
◆	Boost-0.5		Contour	Off	slateblue	12	Medium	Medium
◆	Par_re-PTV		Off	Off	blue	6	Medium	Medium
◆	Par_li-PTV		Contour	Off	lightblue	9	Medium	Medium
◆	Lary-PTV		Contour	Off	yellow	6	Medium	Medium
◆	(PTV-Boost)-H		Colorwash	Off	tomato	64	Medium	Medium



Regions Of Interest

PTV-Boost
 (PTV-Boost)-0.5
 HC_Nacken
 Outline-0.5
 HC_Haut

Add ROI

Delete ROI...

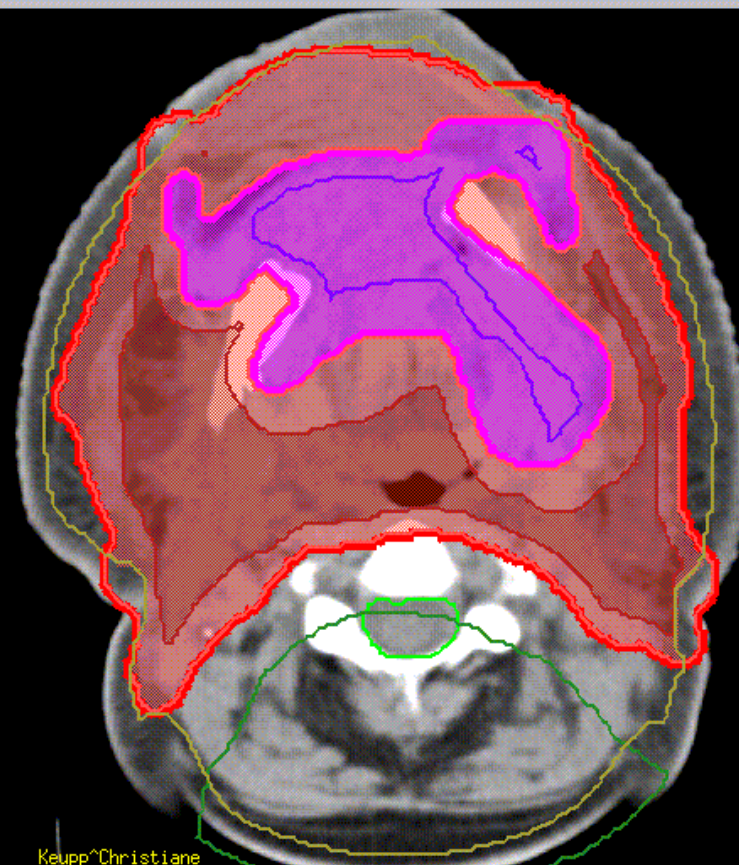
Load Organ...

Diam.
(mm)

[8



a PL A0A1 9F47s MOKB



Slice 35: Z = -1.500

Keupp^Christiane

ROI Display Options

Color 2D Display 3D Display Box Size Line Width

maroon

Display outline in BEV DRR ☒ Yes ☐ No

Edit Options

Autocontour thresholds

[800

[4096

Autocontour Options...

Lower

Upper

Auto-close painted contours ☒ Yes ☐ No

Copy contours from last edited slice to:

Previous slice

Current slice

Next slice

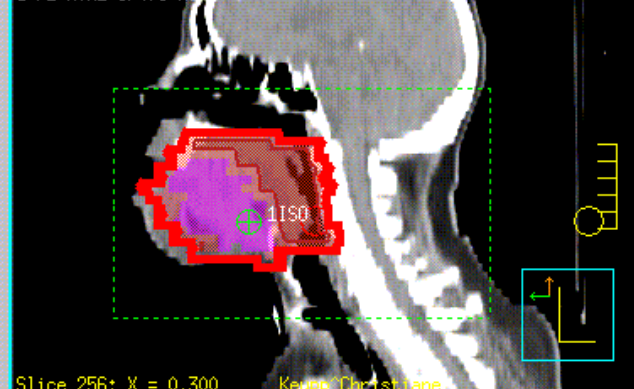
Undo last contouring

Interpolate between contours

Delete all interpolated contours

ROI Expansion/Contraction...

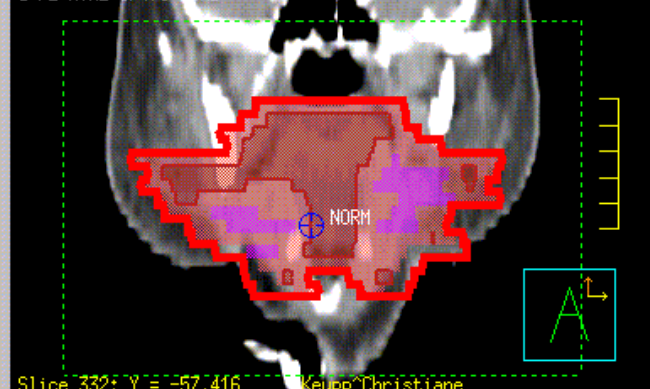
a PL A0A1 9F47s MOKB



Slice 256: X = 0.300

Keupp^Christiane

a PL A0A1 9F47s MOKB



Slice 332: Y = -57.416

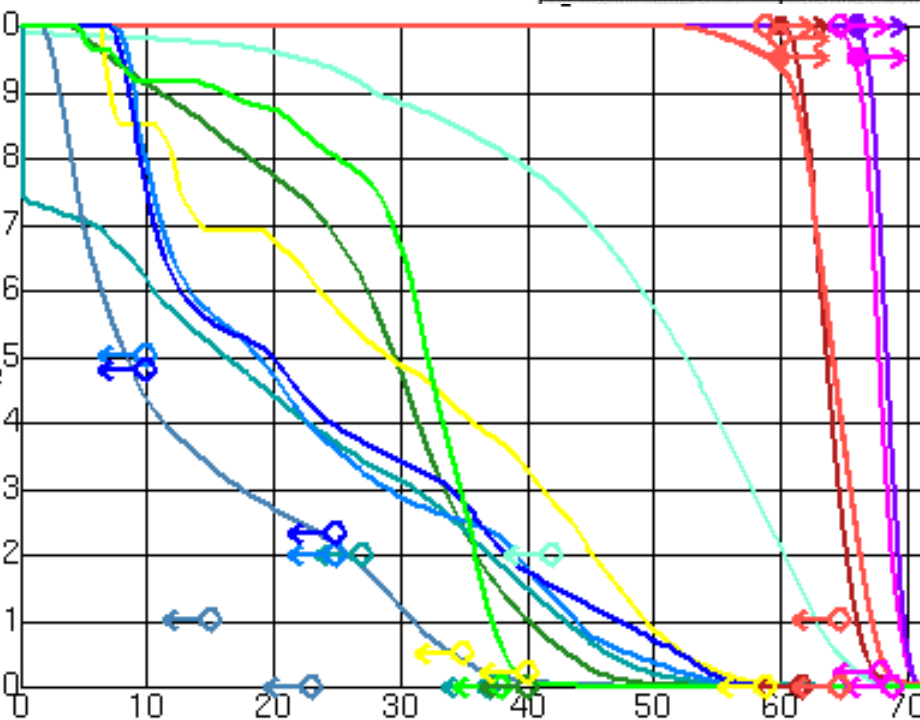
Keupp^Christiane

Press Button 3 for image manipulation tools.



Spezielle Anleitungen

		Erster Schritt Start			Weitere Schritte optional		
Struktur		Dosis	Vol.	Gew.	Dosis	Vol.	Gew.
ggf. GTV oder Boost (ohne eigene Dosisangabe)	MinDVH	50 Gy	100 %	100		100 %	100
PTV -0.5	MinDVH	49 Gy	100 %	100		100 %	100
	MinDVH	47.5 Gy	100 %	100		100 %	Constraint
PTV	MinDVH	48 Gy	100 %	100		100 %	100
	MinDVH	49 Gy	98 %	100		98 %	100
	MaxDVH	52 Gy	2 %	30		2 %	100
	MaxDVH	53 Gy	0 %	100		0 %	100
PTV_1-0	MaxDVH	48 Gy	0 %	1		0 %	ggf. erhöhen
	MaxDVH	34 Gy	20 %	0.1		Absenken	.1
PTV_2-1	MaxDVH	34 Gy	0 %	0.1	< 34 Gy		.1
	MaxDVH	22 Gy	20 %	0.1		Absenken	.1
		22 Gy	0 %	0.1	< 22 Gy		.1
		10 Gy	5 %	0.1		absenken	.1
		40 Gy	1%	1	30 Gy		10
		20 Gy	10 %	1	17 Gy		3
		8 Gy	20 %	0.1		10 %	1
		20 Gy	0 %	1		absenken	1
		5 Gy	10 %	1		absenken	1
		45 Gy / 30 Gy	0 %	10		absenken	100 %
		18 Gy / 14 Gy	5 %	1		absenken	ggf. erhöhen
		8 Gy / 6 Gy	20 %	0.1		absenken	ggf. erhöhen
		20 Gy	0 %	1		absenken	ggf. erhöhen
		10 Gy	10 %	1		absenken	ggf. erhöhen
		4 Gy	20 %	1		ggf. variieren	1
		30 Gy	1 %	0.1			
		15 Gy	10 %	0.1			
		15 Gy					



ateralen Lunge kann abgesenkt werden auf Kosten der Homogenität im

mit MaxEUD ($\alpha=1$) für die Lunge gearbeitet werden (10% unter Mittelwert angeben)



Optimize



Convert



Help

Max Iterations 25

Current Iteration 25

Parameters 0

IMRT Parameters...

Reset Beams

Start Optimization

Stop Optimization

Beam

Dose Status

000

Computed

040

Computed

080

Computed

120

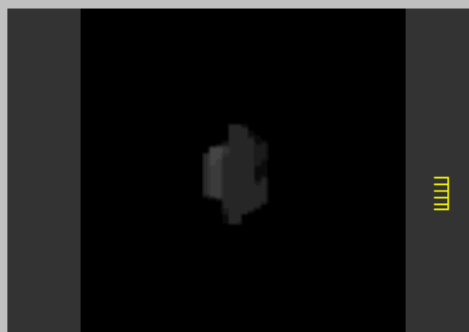
Computed

160

Computed

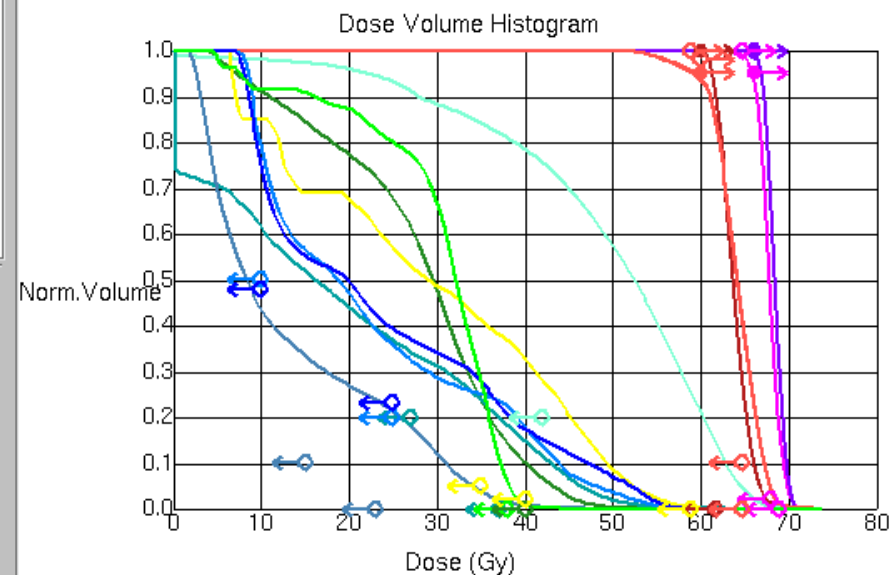
Opening Density Matrix

000



Dose Volume Histogram

Viewing Window

Dose ☐ Normalized ☒ AbsoluteVolume ☒ Normalized ☐ Absolute

Plan Eval...

ROI

Type

Constrain

Target Gy

% Volume

% Variation

Weight

Objective Value

a

gEUD



Add Objective

Delete Objective

Sort Objectives

<input checked="" type="checkbox"/>	Boost-0.5	Min DVH	<input checked="" type="checkbox"/>	66	100			8.97498e-08
<input checked="" type="checkbox"/>	Boost	Min DVH	<input checked="" type="checkbox"/>	66	95			2.11007e-07
<input checked="" type="checkbox"/>	Boost	Min DVH	<input type="checkbox"/>	64.7	100	100		0.000872624
<input checked="" type="checkbox"/>	Boost	Max DVH	<input type="checkbox"/>	68	2	50		0.00546886
<input checked="" type="checkbox"/>	Boost	Max DVH	<input type="checkbox"/>	69	0	100		0.00383572
<input checked="" type="checkbox"/>	(PTV-Boost)-0.5	Min DVH	<input checked="" type="checkbox"/>	60	100			1.62665e-06
<input checked="" type="checkbox"/>	(PTV-Boost)-0.5	Max DVH	<input type="checkbox"/>	61.8	0	30		0.0630669

Composite objective value: 0.449331

Recompute Values



Max Iterations 25

Current Iteration 25

Parameters 0

IMRT Parameters...

Reset Beams

Start Optimization

Stop Optimization

Beam

Dose Status

000

Computed

040

Computed

080

Computed

120

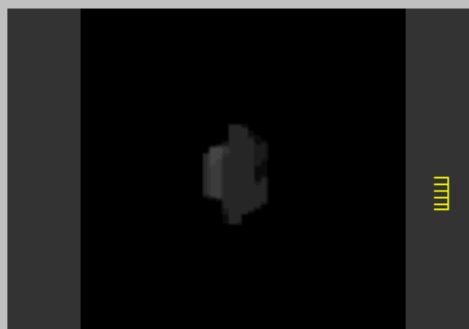
Computed

160

Computed

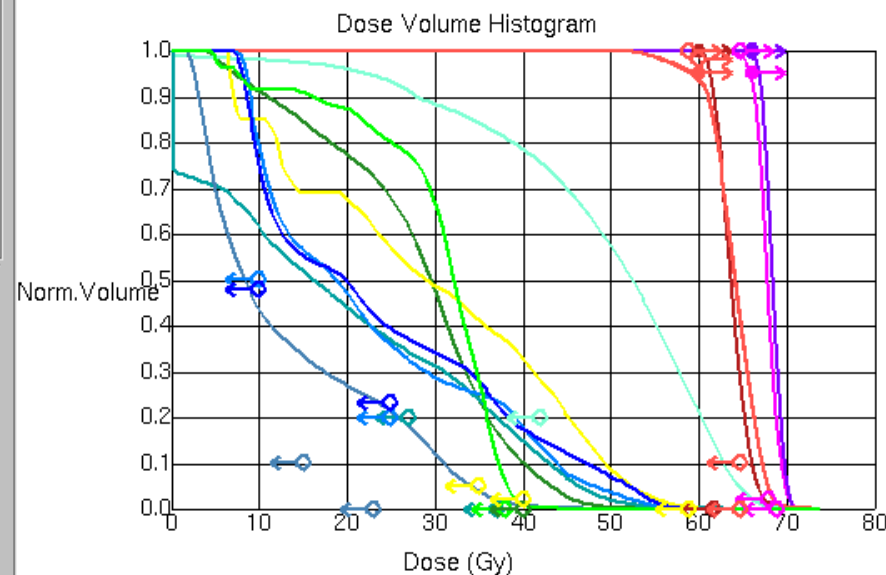
Opening Density Matrix

000



Dose Volume Histogram

Viewing Window

Dose ☐ Normalized ☒ AbsoluteVolume ☒ Normalized ☐ Absolute

Plan Eval...

ROI

Type

Constrain

Target Gy

% Volume

% Variation

Weight

Objective Value

a

gEUD



Add Objective

Delete Objective

Sort Objectives

<input checked="" type="checkbox"/>	PTV-Boost	Max DVH	<input type="checkbox"/>	64.7	0	100	0.0586309
<input checked="" type="checkbox"/>	(PTV-Boost)-H	Min DVH	<input type="checkbox"/>	60	98	50	0.00304374
<input checked="" type="checkbox"/>	HC_PTV_1-0	Max DVH	<input type="checkbox"/>	58.8	0	10	0.0203344
<input checked="" type="checkbox"/>	HC_PTV_1-0	Max DVH	<input type="checkbox"/>	42	20	0.1	0.0054791
<input checked="" type="checkbox"/>	HC_PTV_2-1	Max DVH	<input type="checkbox"/>	37	0	0.3	0.00435227
<input checked="" type="checkbox"/>	HC_PTV_2-1	Max DVH	<input type="checkbox"/>	27	20	0.1	0.00324674
<input checked="" type="checkbox"/>	Outline-(PTV+2)	Max DVH	<input type="checkbox"/>	23	0	0.1	0.00345877


Composite objective value: 0.449331

Recompute Values

IMRT Parameters

Trial
a PL A0A1 9F47s

Optimization
Conversion

Beam

Optimization Type
Allow jaw motion/
Split beam?

000	DMPO	Yes
040	DMPO	Yes
080	DMPO	Yes
120	DMPO	Yes
160	DMPO	Yes

Max iterations
25

Convolution dose iteration
5

Stopping tolerance
1e-05

Apply tumor overlap fraction?

☐ Yes ☒ No

MLC delivery? ☒ Yes ☐ No

Minimum segment MUs
10

DMPO Settings

Maximum number of segments
50

Compute final dose? ☒ Yes ☐ No

Delivery Constraints

Minimum segment area
10 cm²

Beam Splitting

Overlap distance
2 cm

Leaf/jaw overlap
0.5 cm

Dismiss
Machine
v8_PRIMUS
Copy Machine Defaults
Help



			Erster Schritt		Weitere Schritte	
			Start		optional	
Struktur		Dosiswert	Vol.	Gew.	Dosis/Vol.	Gew.
GTV-0.5	MinDVH	Bst_ D_{95} ·	100 %	100	100 %	100
GTV	MinDVH	Bst_ D_{95}	98 %	50	95 %	Constraint
	MinDVH	Bst_ D_{95} · 0.98	100 %	50	100 %	100
	MaxDVH	Bst_ D_{95} · 1.03	2 %	20	1 %	50
	MaxDVH	Bst_ D_{95} · 1.05	0 %	100	0 %	100
(PTV-GTV) -0.5	MinDVH	PTV_ D_{95}	100 %	100	100 %	100
	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 1.03	0 %	20	0 %	100
PTV-GTV	MinDVH	PTV_ D_{95}	98 %	50	95 %	Constraint
	MinDVH	PTV_ D_{95} · 0.98	100 %	50		100
	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 1.08	≥ 10 %	1	Knick!	10
	MaxDVH	Bst_ D_{95} · 0.98	0 %	20		100
PTV_1-0	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 0.98	0 %	1	0 %	ggf. erhöhen
	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 0.75	ca. 20 %	.1	Absenken	.1
PTV_2-1	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 0.75	0 %	.1	Dosis Absenken	.1
	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 0.45	ca. 20 %	.1	Absenken	.1
Outline-(PTV+2)	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 0.45	0 %	.1	Dosis Absenken	.1
	MaxDVH	PTV_ D_{95} · 0.25	ca. 10 %	.1	absenken	.1
SK	MaxDVH	35 Gy	0 %	10	39 Gy	0 %
	MaxDVH	35 Gy	5 %	1		
SK-0.2	MaxDVH	10 Gy	0 %	10	30 Gy	0 %
RM	MaxDVH	30 Gy	0 %	100	38 Gy	0 %
RM-0.1	MaxDVH	10 Gy	0 %	10	20 Gy	0 %

	MinDVH	$0.98 \cdot D_{ICRU}$	98 %	100		98 %	100
	MaxDVH	$1.02 \cdot D_{ICRU}$	2 %	30		2 %	100
	MaxDVH	$1.05 \cdot D_{ICRU}$	0 %	100		0 %	100
PTV-0.5	MinDVH	D_{ICRU}	100 %	100		100 %	100
HC_PTV_lire	MinDVH	$0.95 \cdot D_{ICRU}$	100 %	100		100 %	100
	MinDVH	$0.98 \cdot D_{ICRU}$	98 %	100		98 %	100
PTV_inLunge *)	MinDVH	$1.20 \cdot D_{ICRU}$	100 %	100	$1.05 \cdot D_{ICRU}$	100 %	100
PTV_1-0	MaxDVH	$0.95 \cdot D_{ICRU}$	0 %	0.1		0 %	.1
	MaxDVH	$0.75 \cdot D_{ICRU}$	20 %	0.1		Absenken	.1
PTV_2-1	MaxDVH	$0.75 \cdot D_{ICRU}$	0 %	0.1		0 %	ggf. erhöhen
	MaxDVH	$0.45 \cdot D_{ICRU}$	20 %	0.1		Absenken	.1
Outline-(PTV+2)	MaxDVH	$0.45 \cdot D_{ICRU}$	0 %	0.1		0 %	.1
	MaxDVH	$0.25 \cdot D_{ICRU}$	5 %	0.1		absenken	.1
Lunge-PTV	MaxEUD (a=1)	20 Gy		1	absenken	anpassen	erhöhen
Lunge ipsilateral	MaxDVH	20 Gy	20 %	0.1	absenken	anpassen	erhöhen
	MaxDVH	8 Gy	50 %	0.1	absenken	anpassen	erhöhen
Lunge contralateral	MaxDVH	20 Gy	10 %	0.1	absenken	anpassen	erhöhen
	MaxDVH	8 Gy	25 %	0.1	absenken	anpassen	erhöhen
Herz-PTV	MaxDVH	45 Gy	0 %	0.1		absenken	100 %
	MaxDVH	18 Gy	5 %	0.1		absenken	ggf. erhöhen
	MaxDVH	8 Gy	20 %	0.1		absenken	ggf. erhöhen
SK	MaxDVH	35 Gy	0 %	10	35 Gy	0 %	10
SK+0.5	MaxDVH	40 Gy	0 %	10	40 Gy	0 %	10

*) Bei PTV_inLunge wird zunächst eine Forderung weit oberhalb der tatsächlich gewünschten Dosis gestellt, damit das System die notwendigen Segmente erstellt, um später die Unterdosierung in der Lunge aufzubessern (evtl. mit Segment weight nachoptimieren)

QA des Ablaufs

IMRT-Checkliste

Name, Vorname _____		s. Rückseite	
Patienten ID _____			
Arzt (Team) _____			
		Datum	Unterschrift
1	Plan erstellt und Kontrolle der Plandurchführbarkeit (Segmentkontrolle) durchgeführt. MU _{ges} = 	P,M _____	_____
2	Buchung für Referenzbestrahlung im Visir	P,M _____	_____
ggf. 3	<i>Zweitplan erstellt und Kontrolle der Plandurchführbarkeit durchgeführt</i> MU _{ges} = 	P,M _____	_____
4	PlanTrial akzeptiert Normierungspunkt gesetzt ohne Änderung der Dosisverteilung (Änderung >= 2 MU)	P,M _____	_____
5	Kontrolle der MU: MU _{ges} = 	P,M _____	_____
6	Plan ausgegeben, auf TC-IMRT_QA übertragen: Solldosis (s.u.!) Dose Planes generiert und exportiert	M _____	_____
7	Patienten-Spreadsheet und Statistik ausgefüllt (Volumina, Feldanordnung, Energie etc.)	P,M _____	_____
8	Plan abzeichnen Physik; MU-Kontrolle	P _____	_____
9	Referenz-Bestrahlung: Fluenzen / Dosimetrie Abzeichnen:	MTA _____	_____
10	Fluenzkontrolle BV / Resimulation R&V / KFS_IMRT_QA / Dosiseintrag	FP _____	_____
11	Neueinstellung mit abschließender Prüfung und Kontrolle der MU: MU _{ges} = 	FP _____	_____