

Dynamic planning in pinnacle

Dr. Stefan Weick



Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie
Direktor: Prof. Dr. Dr. M. Flentje



Übersicht

- Anwendungen und Eigenschaften des Moduls
- Fallzahlen seit Einführung
- Entwicklung „Work-Flow“ für Adaptionen bzw. Vorbelastungen
- Beispiele für Adaptionen und Vorbelastungen
- Zusammenfassung

Dynamic Planing Modul

Anwendungen

- Ist eine Planadaption innerhalb einer Bestrahlungsserie notwendig?
- Ist eine Vorbelastung relevant und wenn ja, wie hoch (Risikoorgan Dosen¹, Dosisakkumulation)?

Eigenschaften des Moduls

- Automatische Bildfusion
- Elemente eines Plans (ROIs, POIs und Beams) werden kopiert
- Kontouren werden auf neuen Bilddatensatz übertragen (optional deformiert)
- Berechnung der Dosisverteilung im neuen Bilddatensatz (optional deformiert)
- Summendosis und Volumenänderungen können beurteilt werden
- Ursprungspläne im *Record-Viewer* gespeichert

Fallzahlen seit Einführung 09/2015

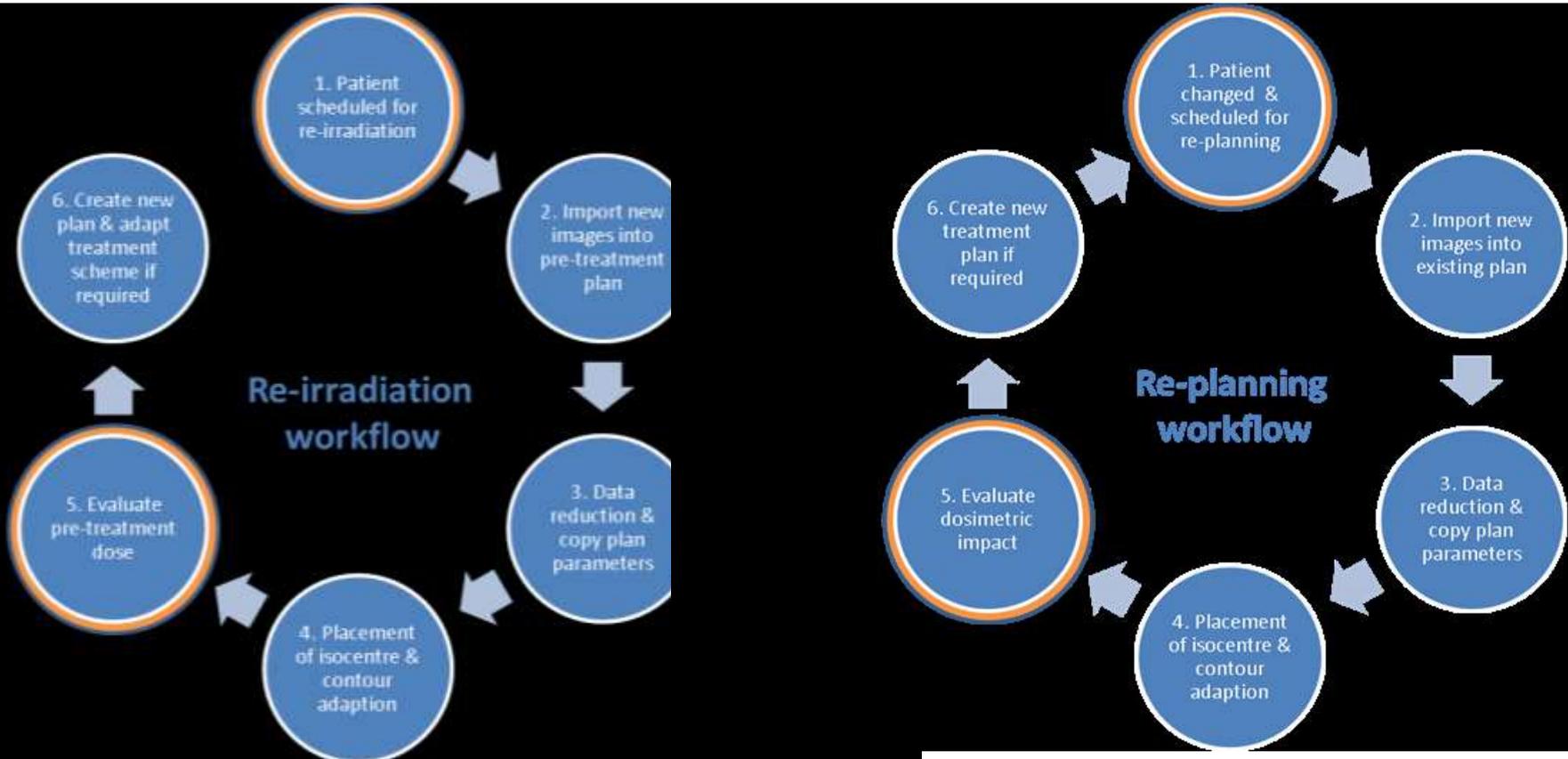
Location	Cases	Plan adaptation	Re-irradiation
1 Jahr	370 (~20% der Fälle)	156	214
Cranial	29	6	23
Head and neck	36	12	24
Thorax	189	97	92
Abdomen	27	16	11
Pelvis	79	21	58
Other	10	4	6
2 Jahr	346	164	182
3 Jahr (8 Monate)	257	102	155
Σ	973	422 (43%)	551 (57%)

→ geregelter Arbeitsablauf notwendig (Zeit, Qualitätssicherung)

Dynamic Planning: Workflow

Vorbestrahlung

Adaption



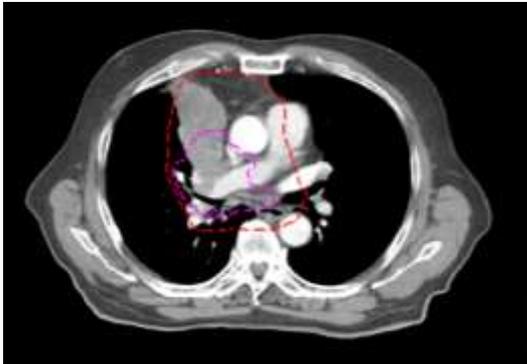
„gemeinsame“ Verantwortungsbereiche für
Medizin und Physik

Beispiel: Adaption + Vorbelastung

The screenshot displays a software interface for plan adaptation. On the left, a 'Plans' list shows several entries, with 'Plan_1v0, 2018-05-08 11:45:17, SK, AT in Arbei' and 'Plan_0x1, 2018-04-24 07:52:23, SK,TK, RZ, , (3' highlighted with red boxes. Below the list are buttons for 'Add...', 'Edit...', 'Copy', and 'Copy Without Dose'. The 'Copy' button is active, opening a 'Copy Plan to Image Set' dialog. This dialog has two sections: 'Source' and 'Target'. The 'Source' section shows 'Plan Name: Plan_0, , PG,' and 'Planning Tool: Pinnacle 9.10'. The 'Target' section shows 'Plan Name: CopyOf_1_Plan_0' and 'Planning Tool: Pinnacle 16.0'. Below these sections are radio button options for 'Trials to Copy' (All, Selected for), 'Include beams and structures?' (Yes, No), 'Apply deformation?' (Yes, No), and 'Target Image Set Modality' (CT, CBCT). On the right side of the dialog, there is a 'Planning...' button, which is also highlighted with a red box.

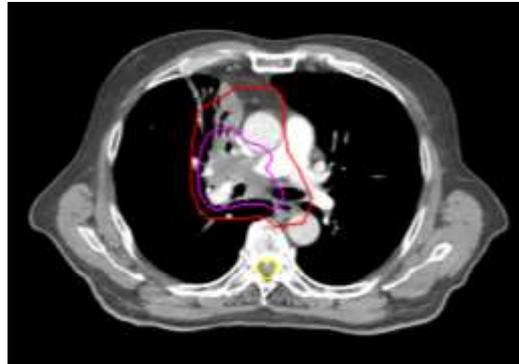
Beispiel: Adaption

Initial

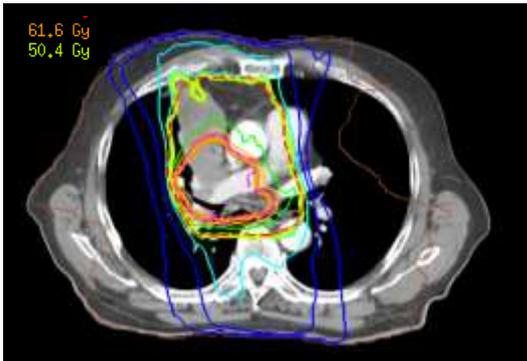
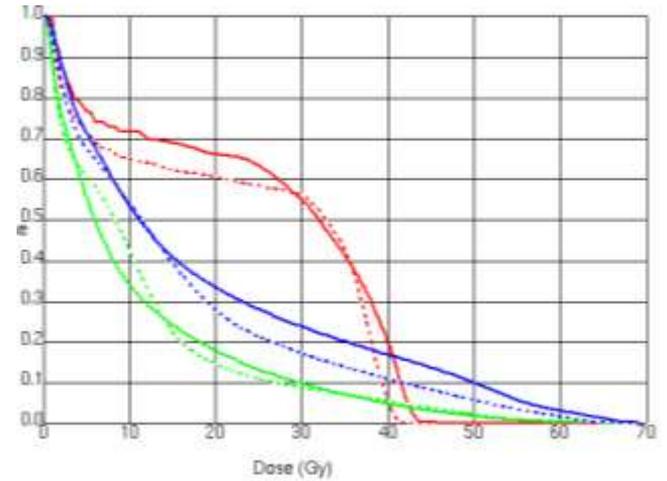


PTV ~ 1164 cm³

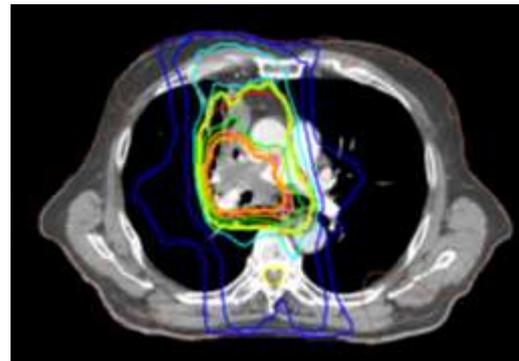
Adaptiert (nach 3 Wochen)



PTV ~ 963 cm³



18 Fraktionen



10 Fraktionen

Line Type	ROI	Trial or Record	Min	Max	Mean
--- (red)	SpinalCanal	Adaptiert	0.680	42.744	21.338
— (red)	SpinalCanal	Initial	0.958	45.642	22.993
--- (green)	Lung_L	Adaptiert	0.362	64.785	11.063
— (green)	Lung_L	Initial	0.360	64.713	10.798
--- (blue)	Lung_R	Adaptiert	0.375	66.536	15.845
— (blue)	Lung_R	Initial	0.382	68.925	18.425

Auswertung Adaptionen

Übersicht

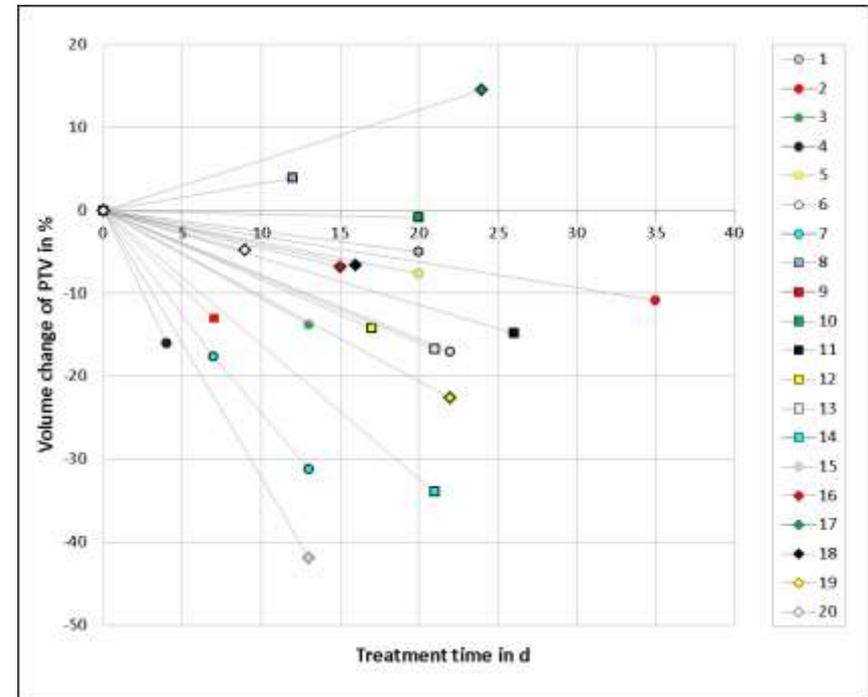
- 40 % während der Hauptserie
- 36 % Boostserie
- 24 % kein neuer Plan nötig

Gründe

- Geplante Verlaufs-CTs
- Anatomische Änderungen im CBCT während Lagekontrolle
- Änderung der Lagerungshilfen (z.B. Vakuummatratzen, neue Masken, Armlage)

53 Lungentumorpatienten

20 nicht geplante Adaptionen während Bestrahlung



- Adaption im Median nach **17d** nötig
- rel. Volumenänderung des PTV im Mittel **12%**

IMRT Plan Adaption

Konventionelle Planung

Inverse Planning
File Options Utilities Display

Patient: Pat5_MC_SIB
Plan: Plan 0
Rev: R01.P01.001

Max Iterations: 35
Current Iteration: 35
Parameters: 0

IMRT Parameters... Reopt Beams
Start Optimization Stop Optimization

Beam: Dose Status
120 Uncomputed
130 Uncomputed
140 Uncomputed
150 Uncomputed
160 Uncomputed
170 Uncomputed
180 Uncomputed
190 Uncomputed
200 Uncomputed

Opening Density Matrix
120

Dose Volume Histogram
Dose (cGy)

ROI	Type	Constran	Gy	% Volume	% Variation	Weight
Boost	Max DVH		49.4	0		40
Boost	Max DVH		46.8	2		40
Boost	Min DVH		44	100		10
Boost	Min DVH	✓	45.7%	95		
Out-(PTV+2)	Max DVH		50	0		10
Out-(PTV+2)	Min DVH		45	100		10
Out-(PTV+2)	Max DVH		20	0		0.001
Out-(PTV+2)	Max DVH		20	20		0.001
Out-(PTV+2)	Max DVH		21.5	0		0.3

Composite object

IMRT-Objectives müssen neu erzeugt werden

Auto-planing

Inverse Planning
File Options Utilities Display

Patient: Zelbrich, Peter, oes Mel bei NSCLC
Plan: Plan_bct
Rev: R04.P04.005

Auto-Planung Settings
Max Iterations: 50
Engine Type: Biological (selected), Non-Biological

Advanced Settings...

Target Optimization Goals

ROI	Dose Gy
Boost A3n	62.5
PTVn-Bctn	51.4

Organ At Risk (OAR) Optimization Goals

ROI	Type	Dose Gy
SpinalCana	Max Dose	43.5
Lung_L	Mean Dose	13
Lung_R	Mean Dose	15
Lungs	Mean Dose	15
Protect	Max Dose	30
Pro_Lesl	Mean Dose	19
Pro_Lure	Mean Dose	20

Overlap Report - OARs

DAR	Overlapping Target	Overlapping Volume	Total Overlap Volume

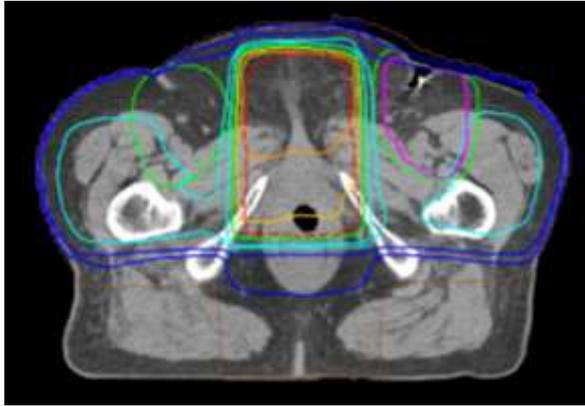
Overlap Report - Targets

Target	Overlapping DAR

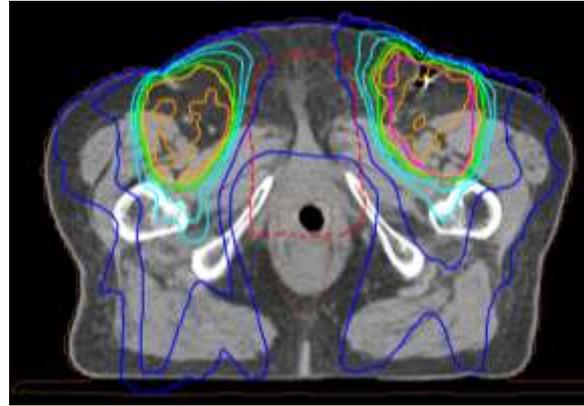
Compute Overlap

Ersetzen der geänderten Volumina
IMRT - Objectives werden automatisch erzeugt

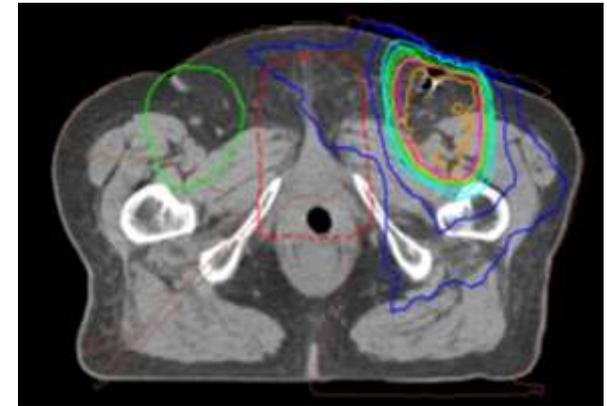
Beispiel: Vorbelastung



2016 Vulva 50Gy

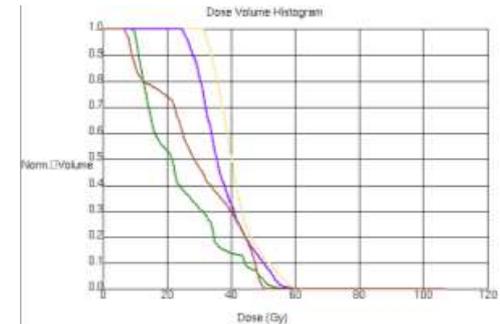
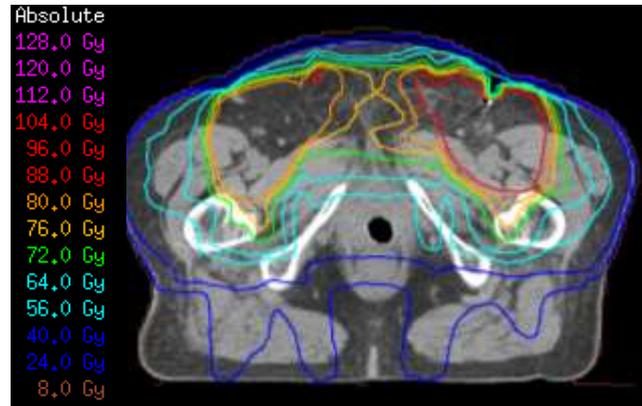


2018 Leisten 50Gy



2018 Leiste li 10Gy

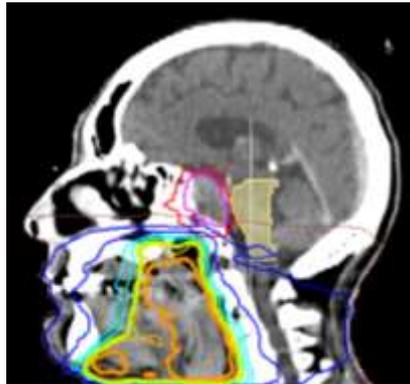
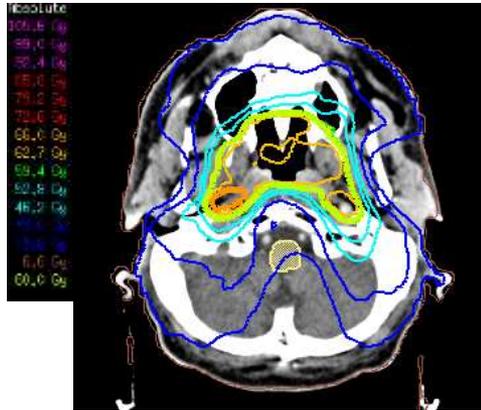
Auswertung der Summendosis:
Anpassung des Therapiekonzepts
(Einzeldosis, Fraktionszahl)



Line Type	ROI	Total in Record	Min	Max	Mean	Std. Dev
—	Bladder	*all<+>	9.056	56.947	4.904	11.969
—	FemoralHead_L	*all<+>	30.982	55.910	2.594	10.127
—	FemoralHead_R	*all<+>	24.993	55.971	7.074	15.912
—	Rectum	*all<+>	6.519	56.912	28.014	17.601

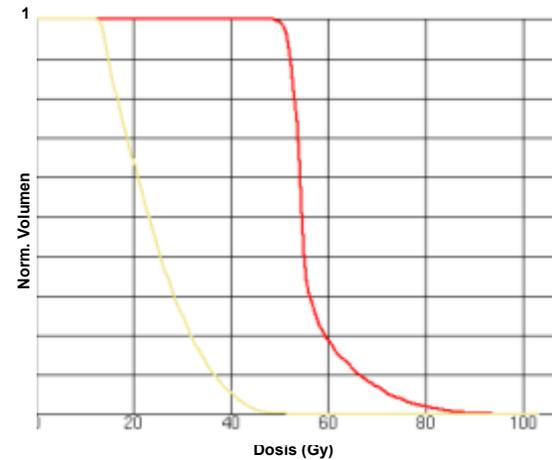
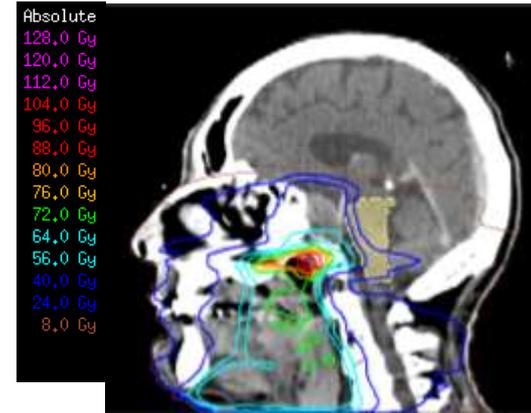
Beispiel: Vorbelastung

2017/03 Larynx Ca
30 x 2,2/2,0 Gy



2018/03 Metastase
20 x 2,5 Gy

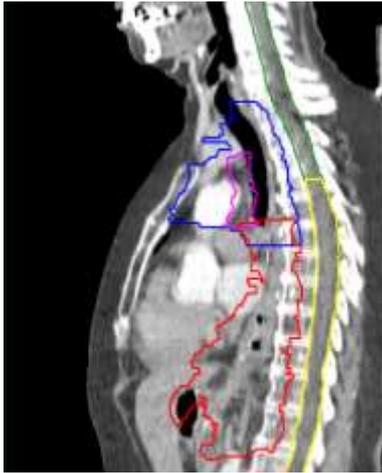
Summenplan
beider Serien
Volumenbelastung
Hirnstammdosis



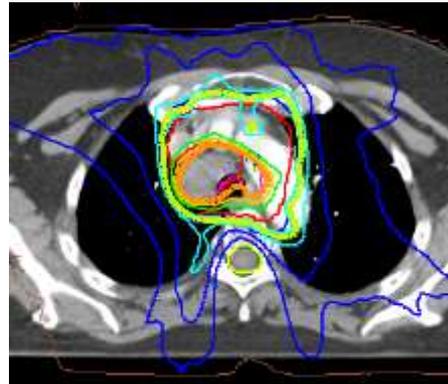
Line Type	ROI	Trist or Record	Min.	Max.	Mean	Std. Dev.
—	PTV B0	*Summe a+b	45.162	93.441	58.929	8.708
—	Brainstem	*Summe a+b	12.275	51.780	24.502	8.191

Beispiel: Vorbelastung + Adaption

2013 Ösophagus + LAG
50.4 Gy



Caudale Kürzung der
Zielvolumina zur Weiteren
Spinalkanal- und
Magenschonung
7 Fraktionen (15.4 / 11.9 Gy)



2018 Mediastinum
23 Fraktionen (50.6 / 39.1 Gy)
Spinalkanaldosis 1ccm ~ 45Gy

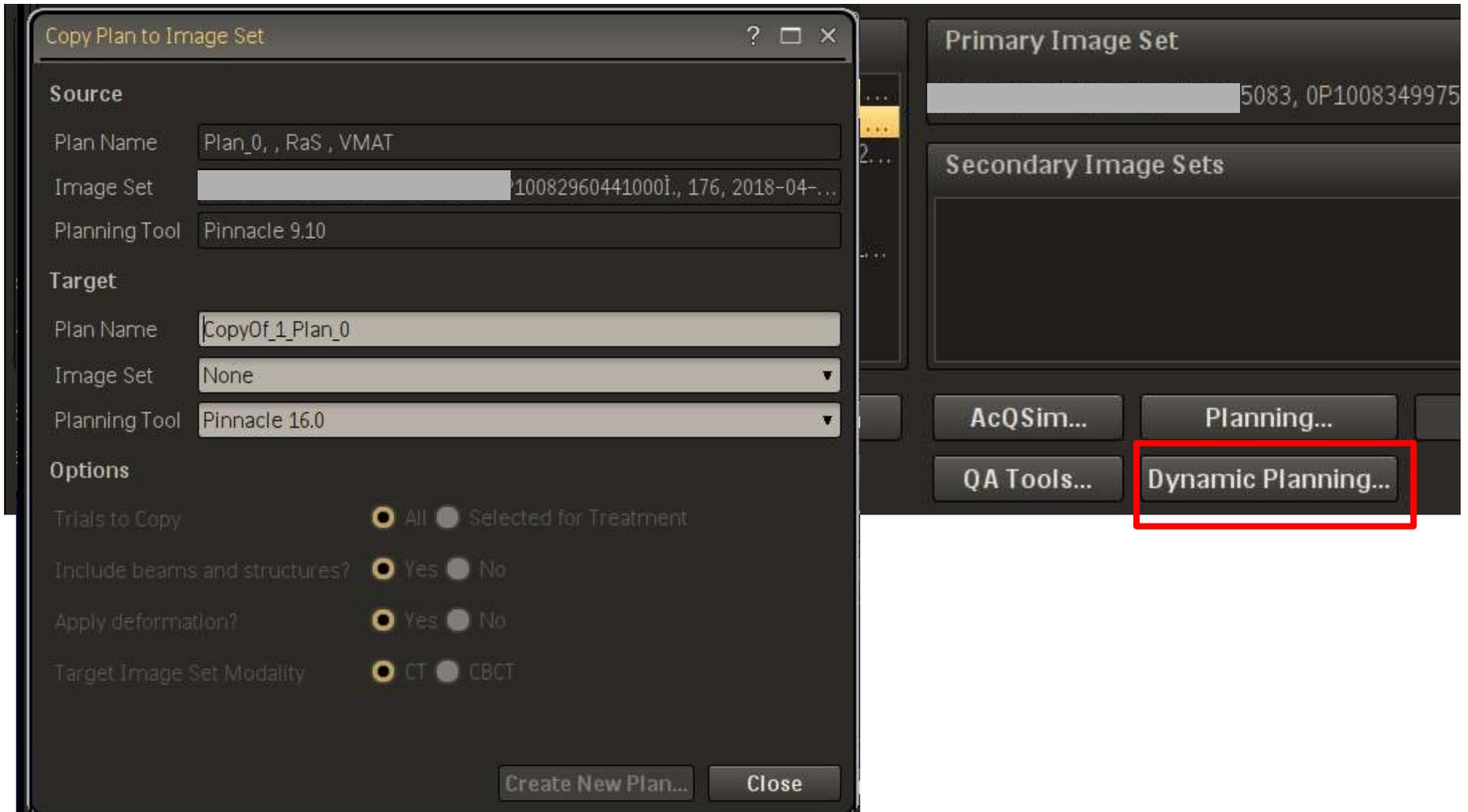
Zusammenfassung

- Modul benutzt für Planadaptionen und Vorbelastungen
- Geregelter Arbeitsablauf für beide Varianten nötig
 - Übersicht zu behalten (mehrfache Adaptionen oder Vorbelastung)
 - Zusammenarbeit Medizin und Physik sehr wichtig
 - Zeitersparnis, Qualitätssicherung (Dokumentation, z.B. Pläne nicht vollständig abgestrahlt)
- Wenig Einblick in die Registrierung („Güte“)
- Registrierungsprobleme bei unterschiedlicher
 - Patientenorientierung
 - Patientenlagerung (Armposition, Kopfdotation)
 - „Work around“ bei Bolus

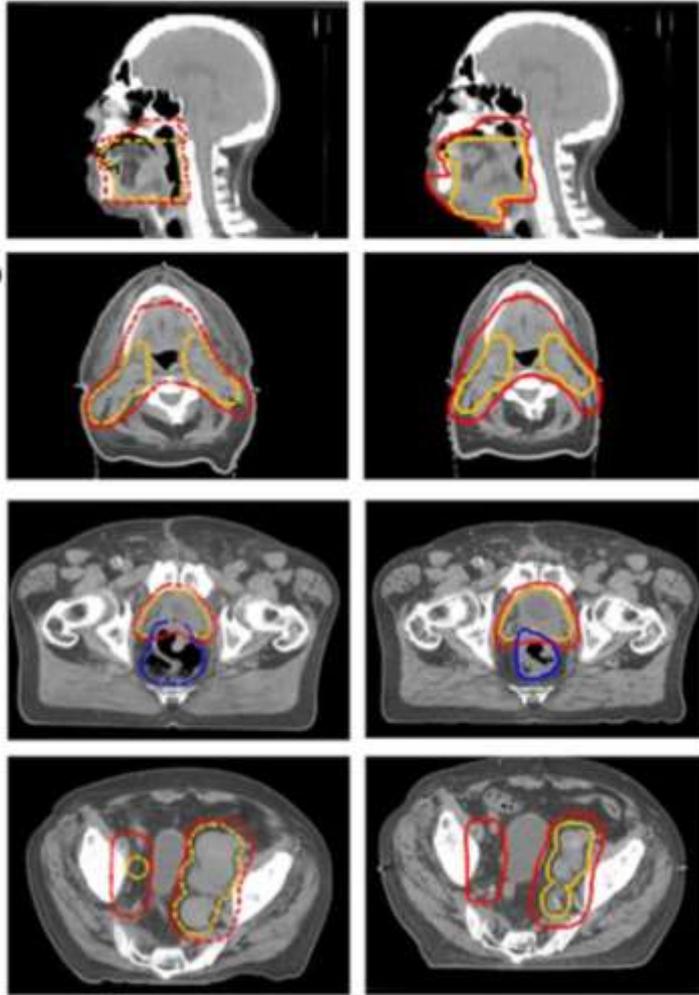
An aerial photograph of a large university campus, likely the University of Bonn, showing a dense cluster of buildings, green spaces, and a major highway interchange. The entire image has a light blue color overlay. Centered over the campus is the German text "Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!".

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Beispiel: VB aus 2016 und 2017



Weitere Beispiele für Adaptionen



IMRT Plan Adaption

Konventionelle Planung

Protocol rel_Bst_PTV		1. Schritt		Änderungen 2. Schritt		
		Start		(Constraint nur IMRT)		
Struktur	Dosiswert	Vol.	Gew.	Vol.V Dosis.D	Gew.	
GTV (falls vorh.)						
	MinDVH	D_{p1}	100 %	10	100 %	Constraint
Boost						
	MinDVH	D_{p1}	96 %	100	V 95 %	Constraint
	MinDVH	$D_{p1} \cdot 0.97$	100 %	10	D anheben	anheben
	MaxDVH	$D_{p1} \cdot 1.06$	2 %	1	D absenken	anheben
	MaxDVH	$D_{p1} \cdot 1.07$	0 %	1	D absenken	anheben
Boost-0.5 (CTV)	MinDVH	$D_{p1} \cdot 0.98$	100 %	10		anheben
Boost-Skin	MinDVH	$D_{p1} \cdot 0.96$	100 %	10		anheben
PTV-Boost						
	MinDVH	D_{p0}	96 %	100	V 95 %	Constraint
	MinDVH	$D_{p0} \cdot 0.97$	100 %	10		anheben
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.98$	0 %	1		anheben
PTV-(Boost+0.5)	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 1.02$	0 %	0.1		anheben
PTV-Boost-Skin	MinDVH	$D_{p0} \cdot 0.96$	100 %	10		anheben
PTV-Boost)-0.5 (CTV2)	MinDVH	$D_{p0} \cdot 0.98$	100 %	10		Constraint
PTV_1-0						
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.98$	0 %	0.1		anheben
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.75$	ca. 20 %	0.001	D absenken	
alternativ	MaxEUD	$D_{p0} \cdot 0.5$		0.001	D absenken	
PTV_2-1						
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.79$	0 %	0.1	D absenken	anheben
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.50$	ca. 20 %	0.001	D absenken	
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.70$	0 %	0.001	D absenken	
alternativ	MaxEUD	$D_{p0} \cdot 0.40$		0.001	D absenken	
Outline-(PTV+2)						
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.69$	0 %	0.1	D absenken	anheben
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.25$	ca. 10 %	0.0003	D absenken	
	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.40$	0 %	0.001	D absenken	
alternativ	MaxEUD	$D_{p0} \cdot 0.10$		0.0001	D absenken	
PTV_1-0.5						
Bei feinen PTV-Einstellungen	MaxDVH	$D_{p0} \cdot 0.89$	0 %	0.01	D absenken	anheben

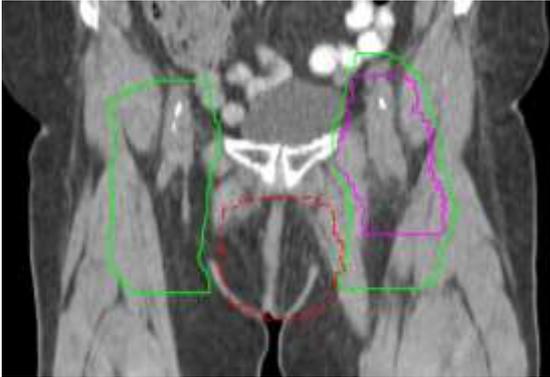
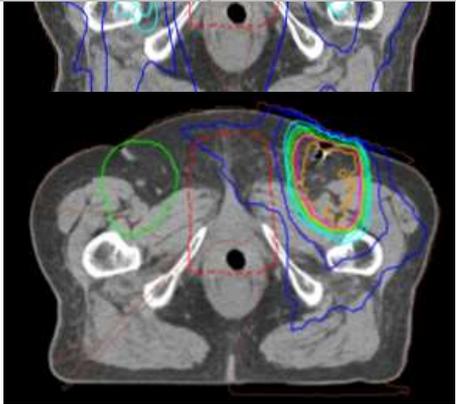
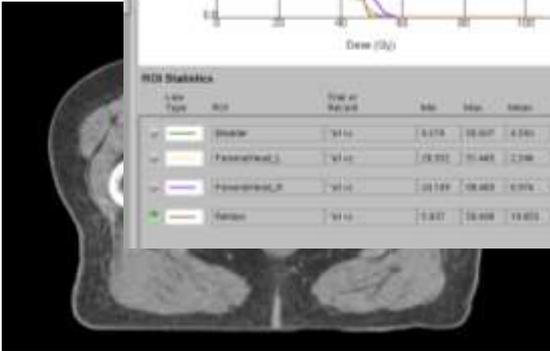
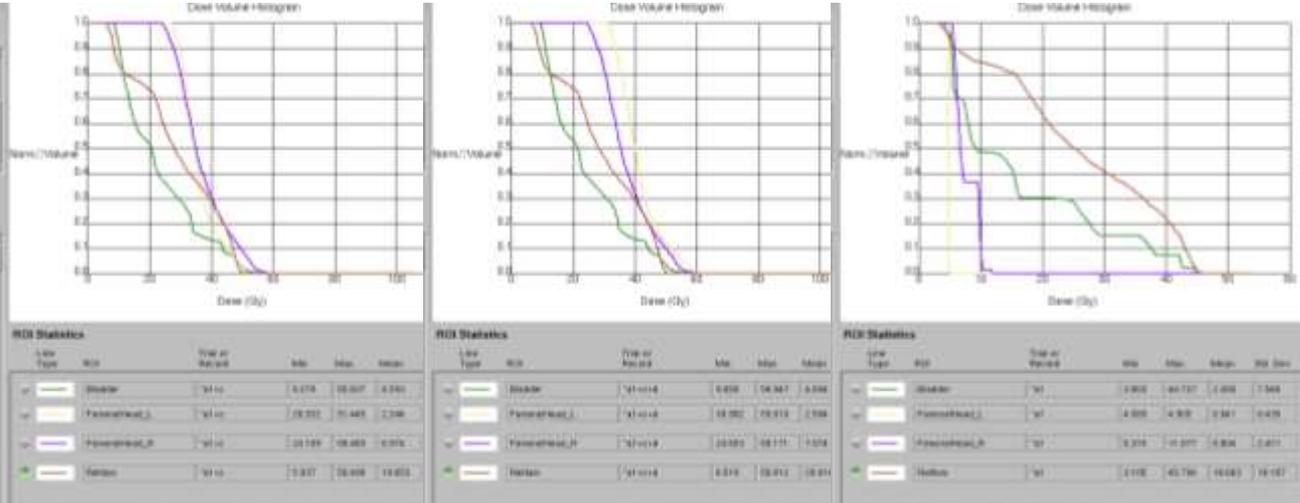
Auto-planing

The screenshot shows the 'Inverse Planning' software interface. The main window displays 'Auto-Planning Settings' and 'Organ At Risk (OAR) Optimization Goals'. The 'Auto-Planning Settings' section includes 'Max Iterations' (set to 50) and 'Engine Type' (set to 'Non-Biological'). The 'OAR Optimization Goals' section is a table with columns for 'ROI', 'Type', 'Dose Gy', 'Volume (cc)', 'Priority', and 'Compliance'. The table lists various ROIs such as 'Sph...', 'LungL', 'Lun...', 'Lungs', 'Prot...', 'Pro...', and 'PTV-Beds' with their respective optimization goals. The interface also includes buttons for 'Add', 'Delete', and 'Adjust Priorities Based On Overlap', as well as 'Compute Overlap' and 'Start Auto-Planning' buttons at the bottom.

IMRT-Objectives müssen neu erzeugt werden

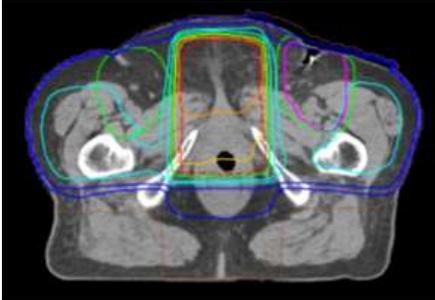
Beispiel: Vorbelastung

Historie:
 2016 Bestrahlung
 2018 Bestrahlung
 Boost

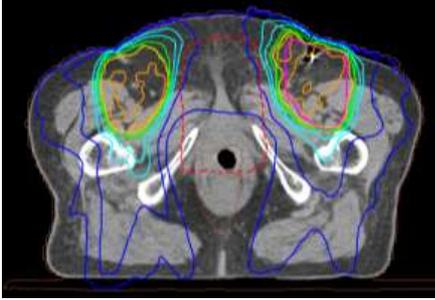


Beispiel: Vorbelastung

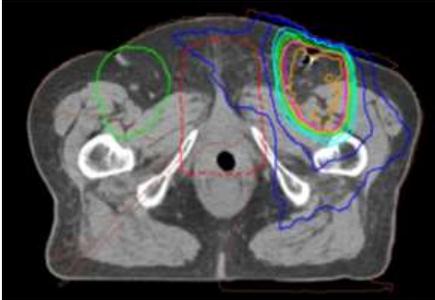
2016 Vulva 50Gy



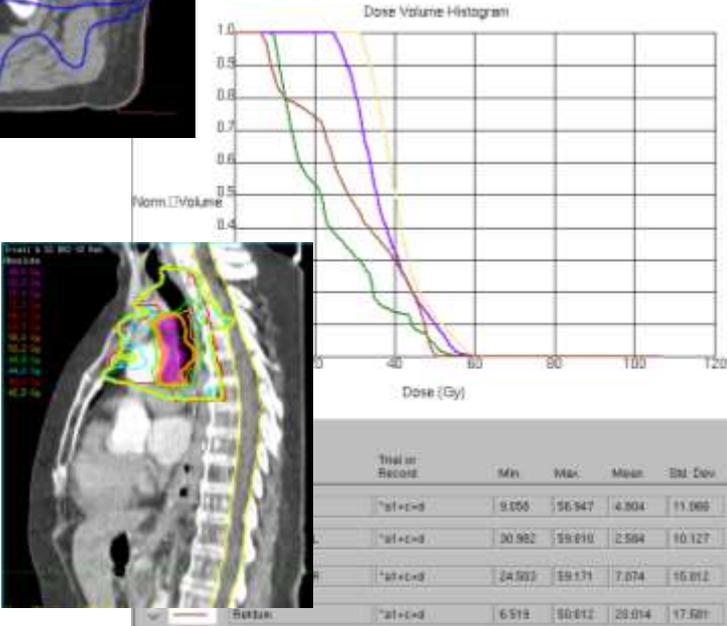
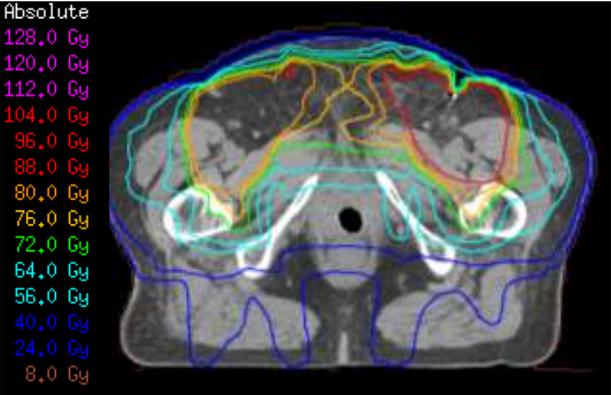
2018 Leisten 50Gy



2018 Leiste li 10Gy



Auswertung Summendosis



→ Therapiekonzept

Beispiel: Vorbelastung + Adaption

Anwendungen

