

GERMAN RAPIDPLAN™ CONSORTIUM



Bonn, Strahlentherapie BRS
Darmstadt, Klinikum
Dortmund, Klinikum
Hamburg, Radiologische Allianz
Hamburg, Univ. Klinikum UKE
Lübeck, Univ. Klinikum UKSH
Wuppertal, Helios Klinikum

Karsten Gerull

30.05.2016

UKSH, Campus Lübeck

The background of the slide is a grid of various medical images, including anatomical diagrams, cross-sections of the head and neck, and possibly MRI or CT scan slices. The grid is semi-transparent and serves as a backdrop for the text. The overall color scheme transitions from a dark blue on the left to a light green on the right.

Erste Erfahrungen bei der
Modellerstellung mit RapidPlan™

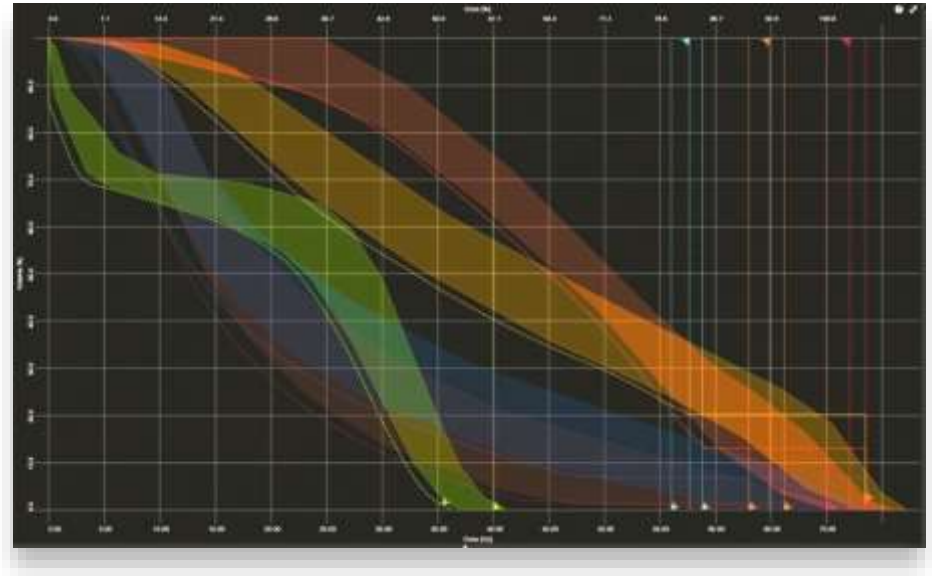
am Beispiel von Kopf-Hals-
Tumoren

Disclosures

- Die Klinik für Strahlentherapie am UKSH, Campus Lübeck hat ein Forschungsabkommen mit Varian Medical Systems.
- Im Rahmen einer Nutzergruppe für das RapidPlan sollten klinische Modelle erstellt und bewertet werden.

RapidPlan™: Überblick

- Zusatzmodul von Eclipse
- Wissensbasierte Planung
- Vorausberechnete DVHs (Dosis, Anatomie)
- Erkennen unrealistischer Constraints
- Verbesserung der Qualität der Behandlungspläne
- Behandlungspläne weniger anwender- und erfahrungsabhängig



RapidPlan™: Überblick

- Verschiedene vorkonfigurierte Expertenmodelle
- Modelle können nach eigenen Standards erstellt werden
- Mitarbeiter Wissen bleibt erhalten

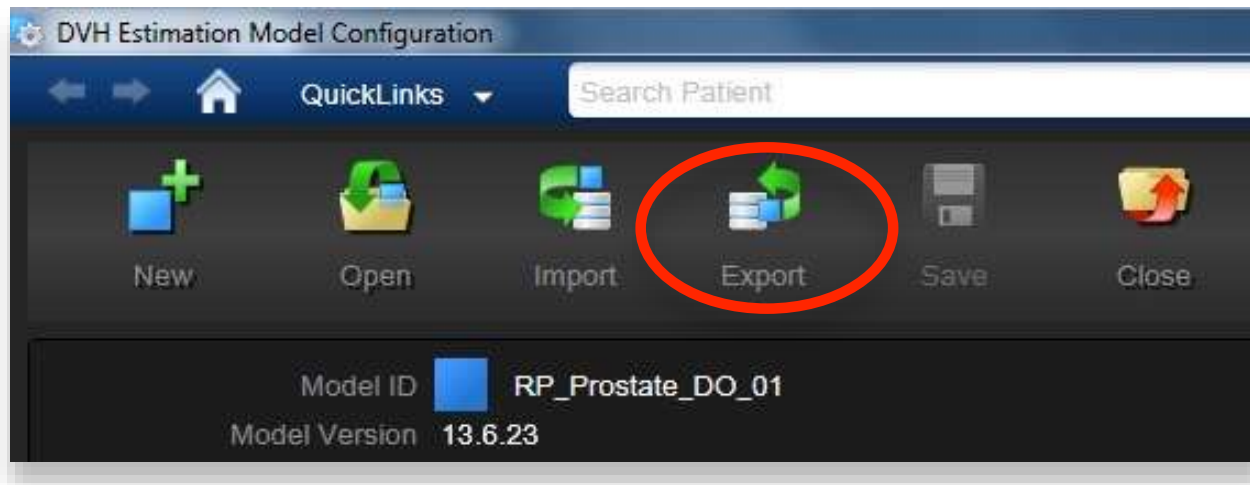
Select DVH Estimation Model	
Model ID	
<input type="checkbox"/>	CCMB Head & Neck Model
<input type="checkbox"/>	CCMB Prostate Model
<input type="checkbox"/>	CCORE for Prostate
<input type="checkbox"/>	HFHS Lung SBRT
<input type="checkbox"/>	WUSTL Head & Neck Model
<input type="checkbox"/>	WUSTL Prostate Lymph Node Model
<input type="checkbox"/>	WUSTL Prostate Model



RapidPlan™: Überblick

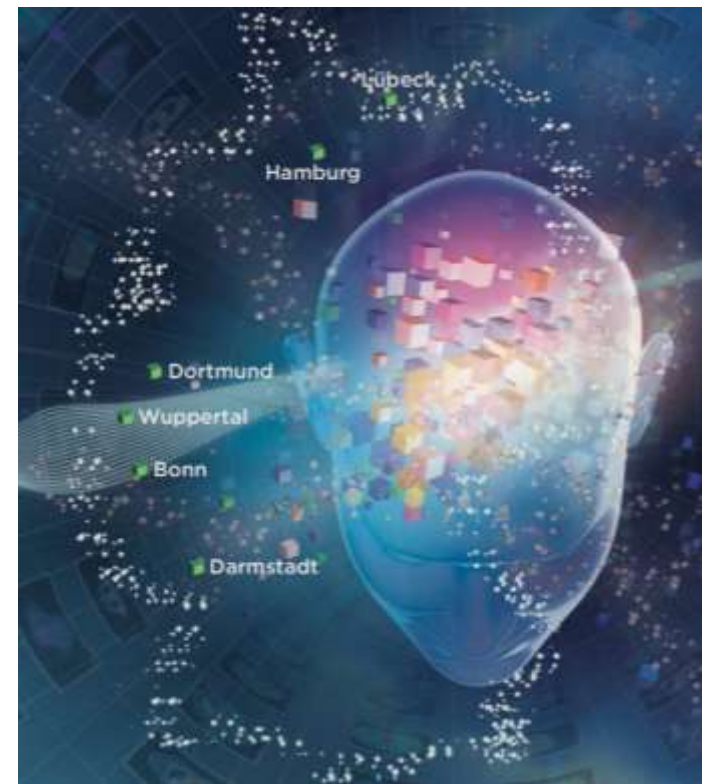
DVH Abschätzungs - Modelle können einfach exportiert und mit anderen Institutionen geteilt werden:

Aktives teilen klinischen Wissens, enthalten in den DVH Abschätzungs-Modellen, kann anderen Institutionen helfen von der Erfahrung des Modell-Erstellers zu profitieren.



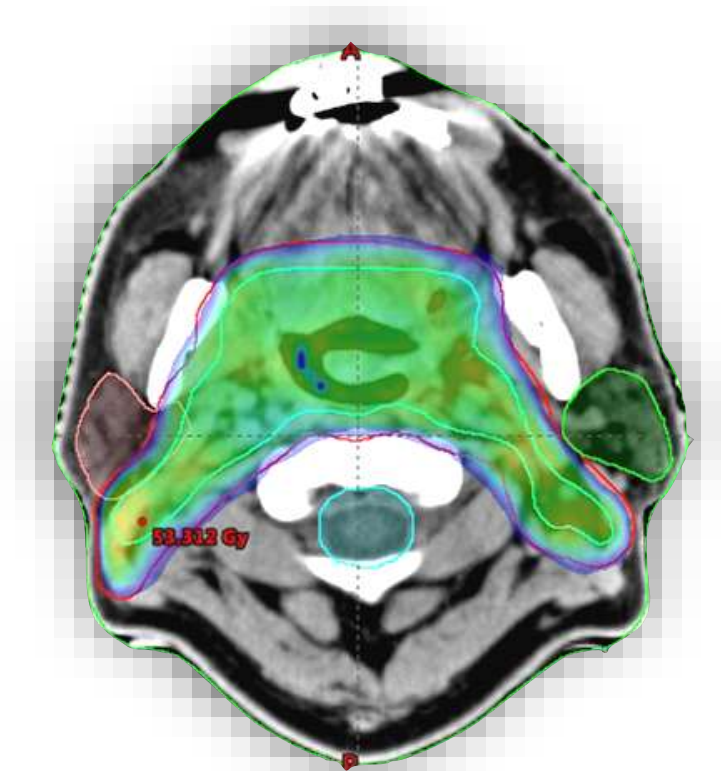
Wissen teilen – Das RapidPlan Consortium Deutschland

- Eine Gruppe von sieben in IMRT/VMAT erfahrenen Strahlentherapie Zentren in Kooperation mit Varian Medical Systems.
- Erstellung verschiedener Modelle entsprechend der Erfahrung und Ressourcen
- Validierung der Modelle innerhalb eines Zentrums und im Austausch mit den Consortiums Mitgliedern



UKSH, Campus Lübeck – Kopf-Hals-Tumore

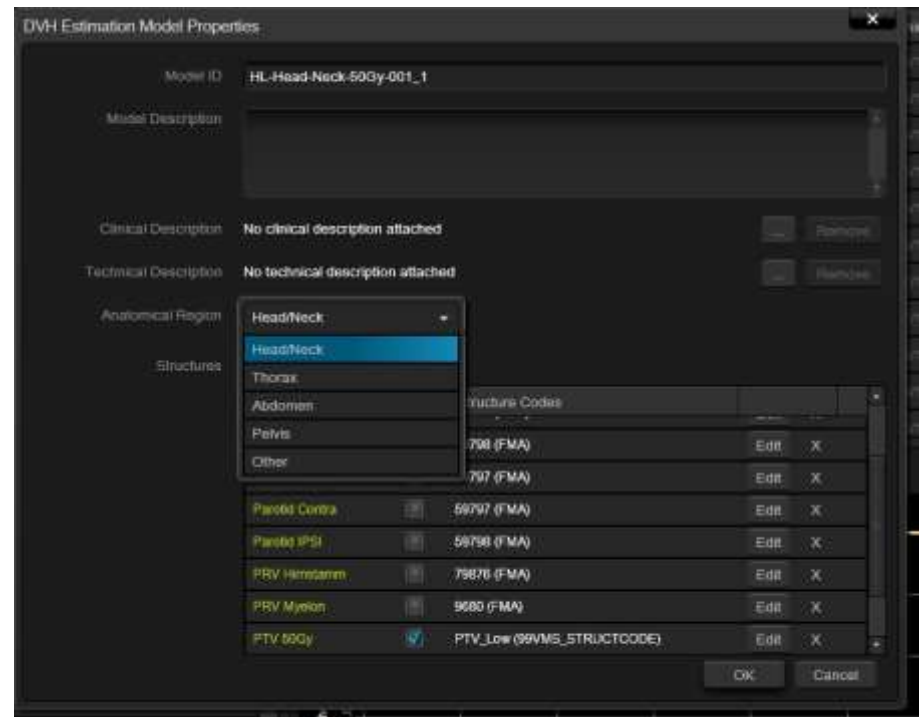
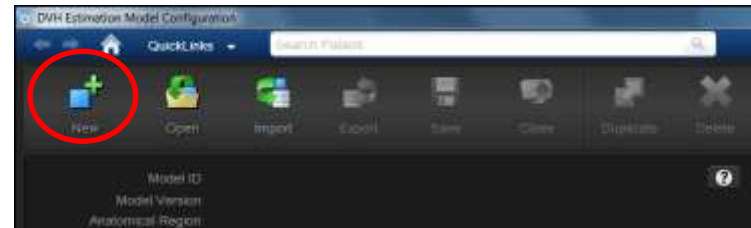
- **Kopf – Hals Tumore** (bilaterale Behandlung)
- **Sehr breit angelegtes Modell:**
Hypopharynx – Oropharynx – Larynx
– Mundboden-Ca – Zungengrund-Ca
- **RapidArc**, 2 volle Rotationen,
Algorithmus: Acuros XB
- **Verschreibungsdosis** 2 Gy/50 Gy –
100% im mean
- **OARs** für die Optimierung: Parotiden,
PRV Myelon, PRV Hirnstamm



Erstellung eines DVH Abschätzungs-Modells am Beispiel von Kopf-Hals-Tumoren

Voraussetzung:

- Definition der Strukturen - Zielvolumen / Risikoorgane
- min. 20 Pläne pro Struktur (PTV/OARs) → Patientenauswahl
- Definition der Zielvorgaben (Objectives) für die Strukturen



Definition der Zielvorgaben (Objectives) für die Strukturen

Vorgaben:

- Objective Typ
- Dosis - Absolut / Relativ
- Volumenanteil
- Priorität
 - RapidPlan Berechnung
 - Manuelle Vorgabe

The screenshot displays the 'Objective Type' dialog box and the 'Model Structures and Objectives' table.

Objective Type Dialog:

- Objective Type: Line, Mean, **Upper**, Upper (fixed dose, generated vol.), Upper (fixed vol., generated dose), Upper gEUD
- Dose: 100.0 % (Absolute/Relative radio buttons)
- Volume: 0.0 %
- Priority: Generated, Generate
- Buttons: OK, Cancel

Model Structures and Objectives Table:

Target	ID	Vol [%]	Dose	Priority	gEUD #	
Yes	PTV 50Gy	(FTV_Low)				
	Upper	0.0	104.0 %	600	X	
	Upper	2.0	104.0 %	475	X	
	Lower	100.0	102.0 %	465	X	
	Lower	98.0	102.0 %	490	X	
	Par. w/o ptv con	(59798)				
	Upper	8.0	32.0 %	250	X	
	Mean		Generated	Generated	X	
	Par. w/o ptv ips	(59797)				
	Mean		Generated	Generated	X	
	Parotis contra	(Parotids)				
	Mean		Generated	Generated	X	
	PRV Hirnstamm	(79878)				
	▶ Normal Tissue Objective					

Definition der Zielvorgaben (Objectives) für die Strukturen

Vorgaben:

- Objective Typ
- Dosis - Absolut/Relativ
- Volumenanteil
- Priorität

The screenshot displays the 'Objective Type' configuration window and a table of 'Model Structures and Objectives'.

Objective Type Configuration:

- Objective Type: Line
- Mean: Mean
- Upper: Upper (highlighted)
- Upper (fixed dose, generated vol.)
- Upper (fixed vol., generated dose)
- Upper gEUD

Parameters:

- Dose: 100.0 % (Absolute/Relative: Relative selected)
- Volume: 0.0 %
- Priority: Generated
- Generate:

Model Structures and Objectives Table:

Target	ID	Vol [%]	Dose	Priority	gEUD a
		0.0	104.0 %	600	X
		2.0	104.0 %	475	X
		100.0	102.0 %	465	X
		98.0	102.0 %	490	X
		8.0	32.0 %	250	X
			Generated	Generated	X
Par. w/o ptv ips	(59797)				
Mean			Generated	Generated	X
Parotis contra (Parotids)					
Mean			Generated	Generated	X
PRV Hirnstamm	(79876)				

Normal Tissue Objective (NTO) Configuration:

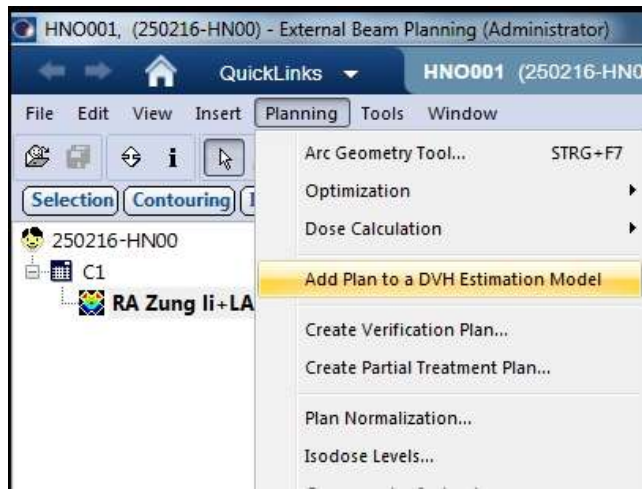
- In use:
- Priority: 300
- Automatic NTD:
- Distance from Target Border: 0.26 cm
- Start Dose: 98.0 %
- End Dose: 60.0 %
- Fall-off: 0.25

Dose vs. Distance Graph:

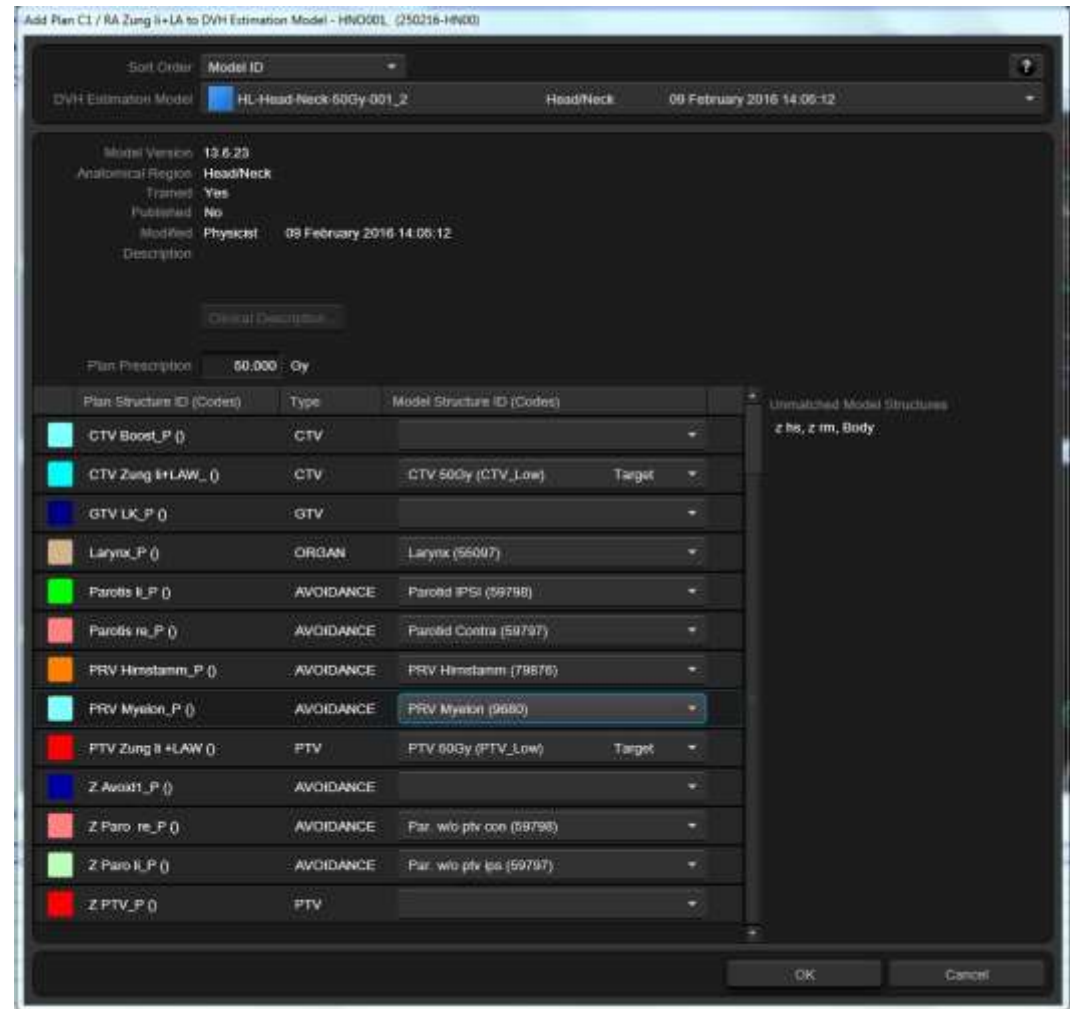
The graph shows the dose distribution for the NTO. The y-axis is 'Dose [%]' ranging from 0.0 to 60.0. The x-axis is 'Distance [cm]' ranging from 0.0 to 8.0. The curve starts at 98.0% at 0.0 cm and drops to 60.0% at 0.26 cm, then continues to decrease gradually towards 0.0% at 8.0 cm.

- NTO – Normal Tissue Objective

Hinzufügen von Plänen in das Modell



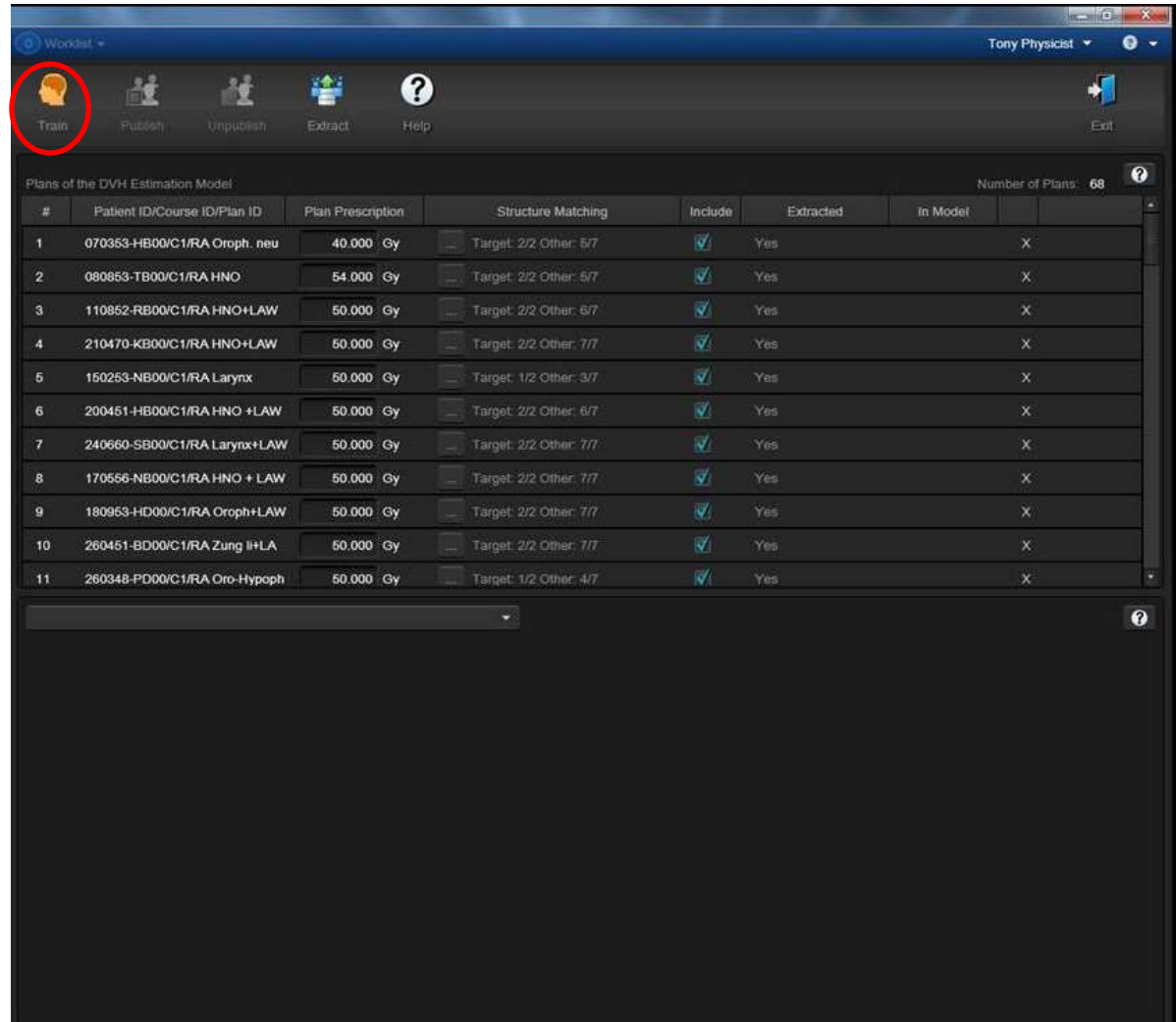
Pläne werden über ein Auswahlmennü in Eclipse einem Modell hinzugefügt



Trainieren des DVH Abschätzungs Modells

Dateneingabe abgeschlossen →

Trainieren des Modells – berechnen der DVH Abschätzung



The screenshot shows the RapidPlan software interface. The 'Train' button in the top toolbar is circled in red. Below the toolbar, a table titled 'Plans of the DVH Estimation Model' is displayed, showing 11 rows of data. The table columns are: #, Patient ID/Course ID/Plan ID, Plan Prescription, Structure Matching, Include, Extracted, and In Model. The 'Number of Plans' is 68.

#	Patient ID/Course ID/Plan ID	Plan Prescription	Structure Matching	Include	Extracted	In Model
1	070353-HB00/C1/RA Oroph. neu	40.000 Gy	Target: 2/2 Other: 5/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
2	080853-TB00/C1/RA HNO	54.000 Gy	Target: 2/2 Other: 5/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
3	110852-RB00/C1/RA HNO+LAW	50.000 Gy	Target: 2/2 Other: 5/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
4	210470-KB00/C1/RA HNO+LAW	50.000 Gy	Target: 2/2 Other: 7/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
5	150253-NB00/C1/RA Larynx	50.000 Gy	Target: 1/2 Other: 3/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
6	200451-HB00/C1/RA HNO +LAW	50.000 Gy	Target: 2/2 Other: 6/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
7	240660-SB00/C1/RA Larynx+LAW	50.000 Gy	Target: 2/2 Other: 7/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
8	170556-NB00/C1/RA HNO + LAW	50.000 Gy	Target: 2/2 Other: 7/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
9	180953-HD00/C1/RA Oroph+LAW	50.000 Gy	Target: 2/2 Other: 7/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
10	260451-BD00/C1/RA Zung II+LA	50.000 Gy	Target: 2/2 Other: 7/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X
11	260348-PD00/C1/RA Oro-Hypoph	50.000 Gy	Target: 1/2 Other: 4/7	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	X

Trainieren des DVH Abschätzungs Modells

Modell berechnet →

DVHs von PTV und OARs

Analysetools stehen zur Verfügung



Das Modell testen und validieren

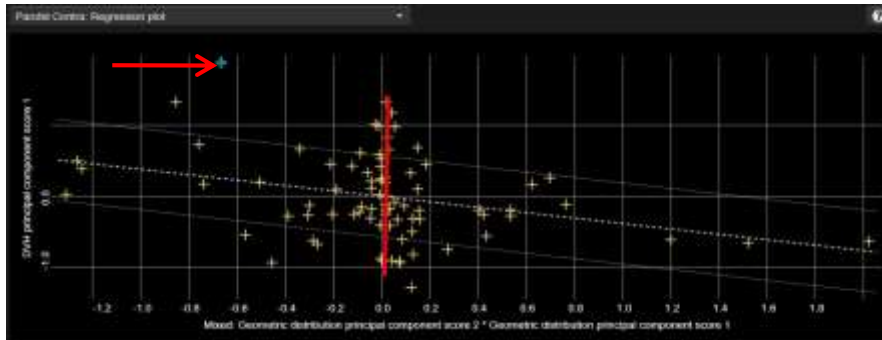
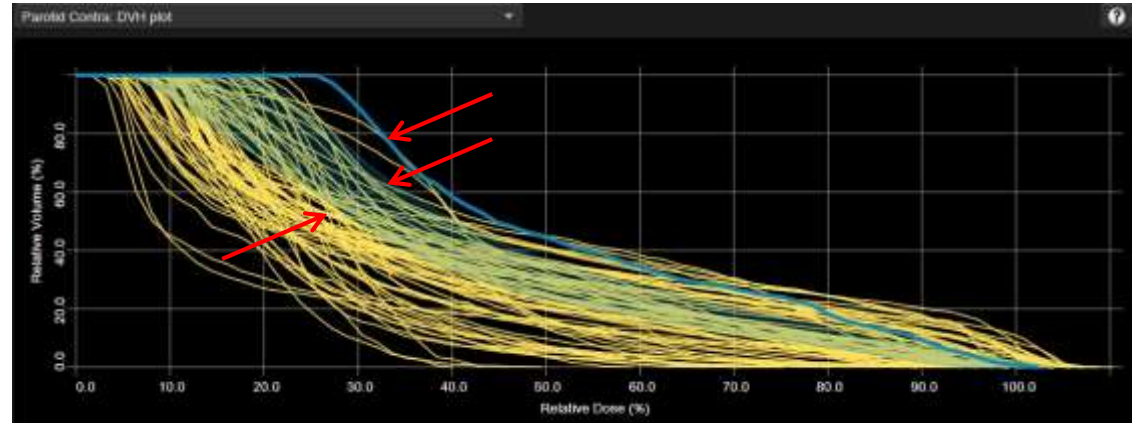
- Ausreißer Erkennung
 - Geometrische Ausreißer
 - Dosimetrische Ausreißer
- Auswerte Werkzeuge
 - Summary of Training Results
 - Summary of Outliers Statistics

Model: Summary of outlier statistics

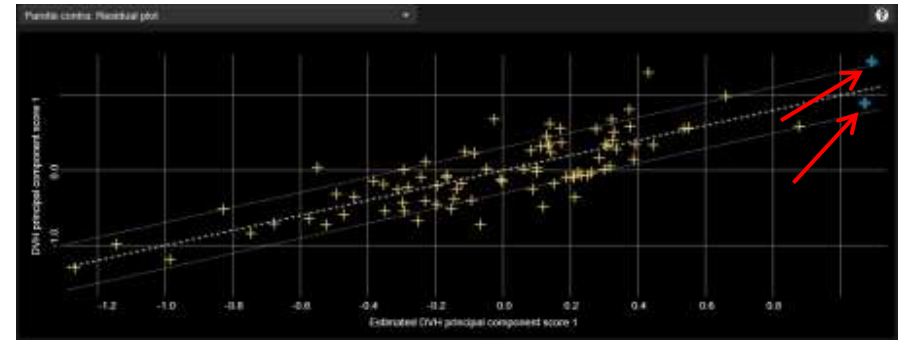
Plan #	Larynx	PRV Hirnstamm	PRV Myelon	Par. le w/o ptv	Par. ri w/o ptv	Parotid Contra	Parotid IPSI
73	2.091	8.361	4.004	41.488	1.722	782.699	5.154
8	0.846	9.386	2.287	2.319	17.712	2.785	2.481
12	0.906	15.902	1.298	3.727	1.186	2.698	
7	0.812	14.497	1.961	1.416	2.233	1.574	5.972
18	1.692	12.563	0.942	2.522	3.411	2.095	2.454
32	0.741	11.648	1.803	5.117	2.411	2.943	2.554
52		8.363	2.081	2.205	11.184	2.495	
23	1.289	3.961	3.990	4.071	10.865	4.831	3.459
31	1.666	3.706	7.672	1.510	1.071	9.758	1.546
56	0.983	9.739	0.623	0.711	1.006	0.770	1.258
71	2.516	2.518	9.082	1.310	1.151	3.107	0.992
13		9.036	2.588	0.890		1.277	
43		8.746	0.949	1.172	1.423	1.848	1.270

Das Modell testen und validieren

- Evaluation tools
 - DVH plots
 - Regression Plots
 - Residual Plots



Regression Plot - Geometrische Verteilung



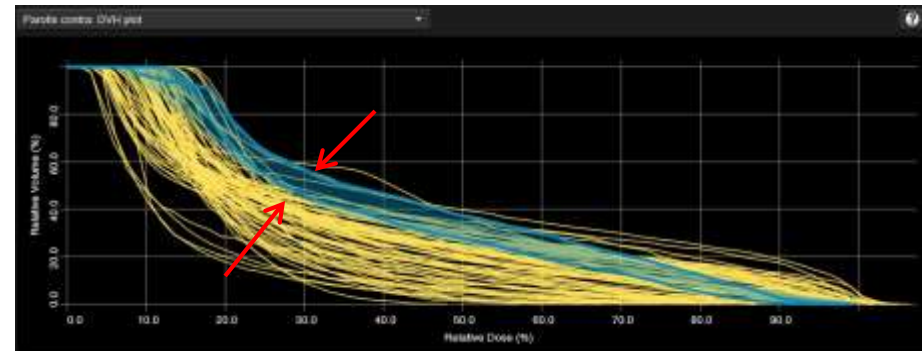
Residual Plot – Dosimetrische Verteilung

Das Modell verbessern, testen und validieren

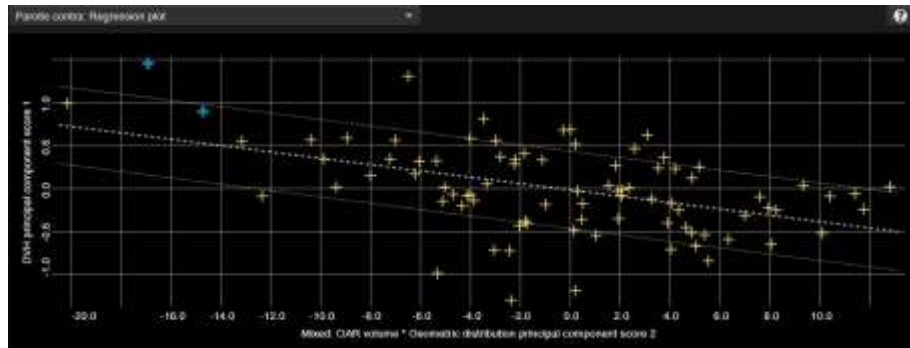
Model: Summary of outlier statistics

Par. #	PRV Hararari	PRV Myeoa	Par. wo-pr con	Par. wo-pr sp	Parola contra
302		2.330	3.095		2.485
276	8.641	2.940	1.633		1.706
233	3.024	1.077	2.672	1.236	0.667
257	2.823	3.037	1.142		1.156
265		4.700	2.052		0.968
185	6.914	1.295	3.452	0.813	2.415
263	4.320	1.559	3.741		2.411
261	1.747	1.476	4.314		2.283
289		1.961			4.306
294		2.910	1.577	0.996	1.593
305	3.038	1.795	0.637	1.329	0.857
301	1.928	1.997	2.972		3.777
111	1.736	1.990	1.636	0.664	1.376

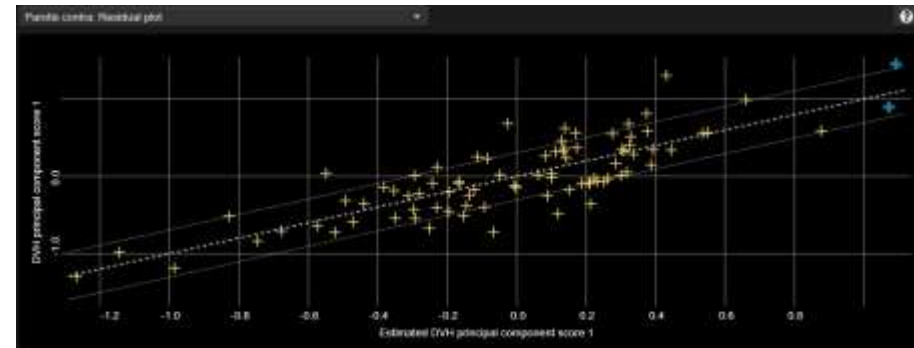
Summary of Outliers



DVH Plot



Regression Plot



Residual Plot

Ausreißer entfernt, DVH angepasst, Regression verbessert, Verteilung angepasst
Dann ist da noch der einfacher Weg der Analyse →

Varian Model Analytics

VARIAN | Model Analytics

Upload model

Model analysis

Advanced information

Parotis contra

Matched ID:s

Parotis li(51), Parotis re(34)

Model information

Reports deviant or influential plan structures. They have the greatest effect on the accuracy of DVH estimates.

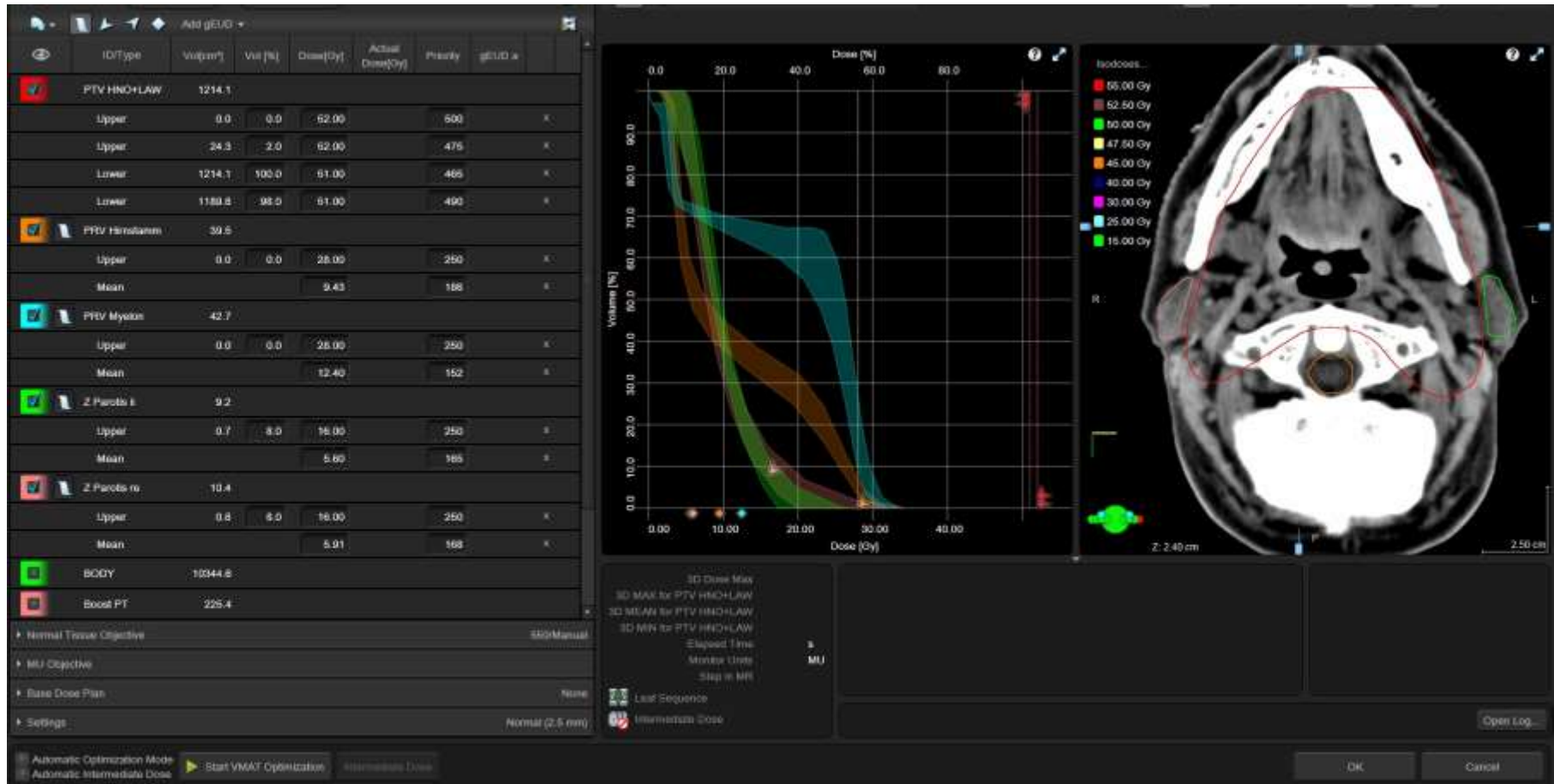
Consider removing the following from the model

No suggestions

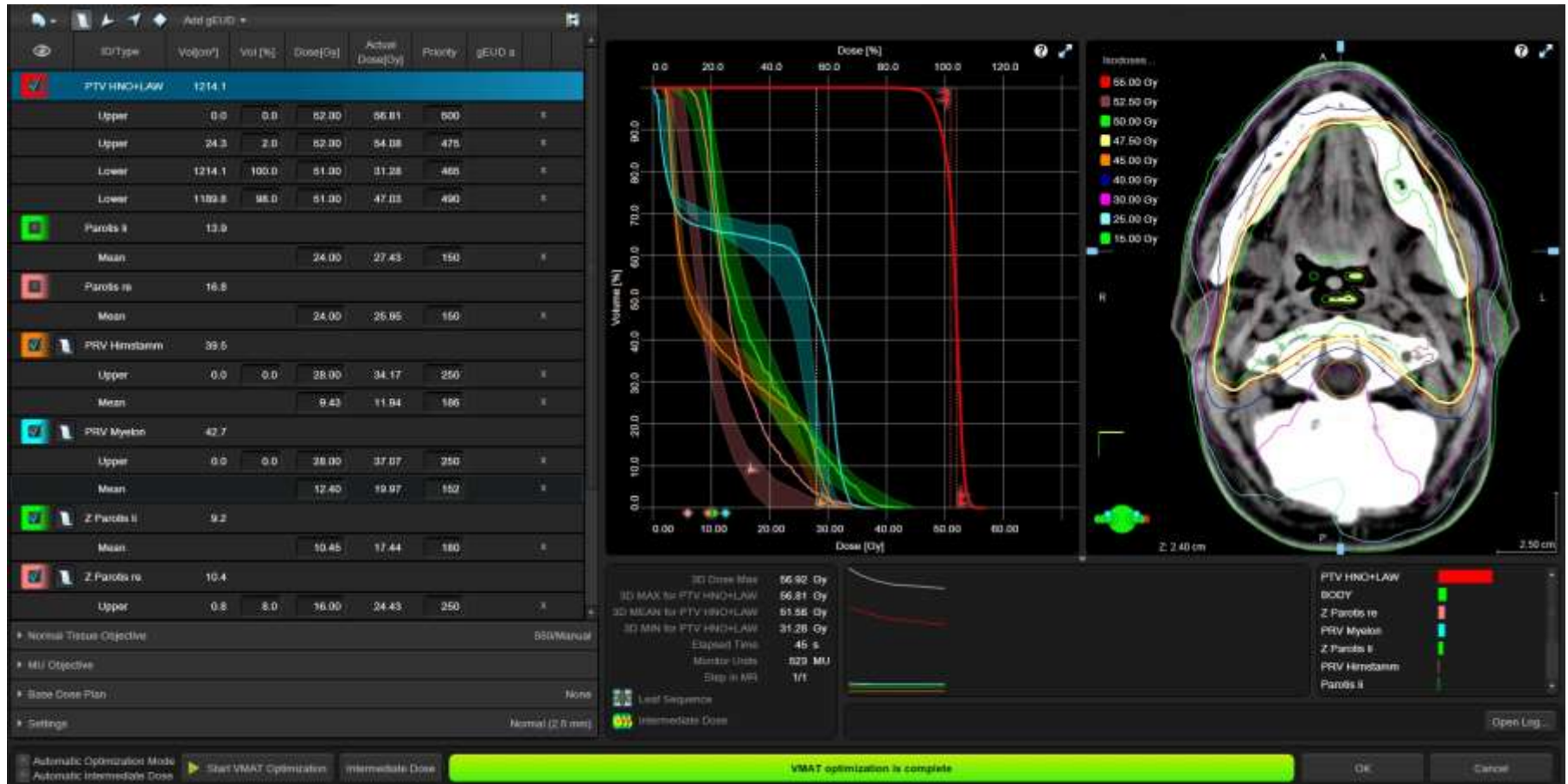
Check the following plans

No suggestions

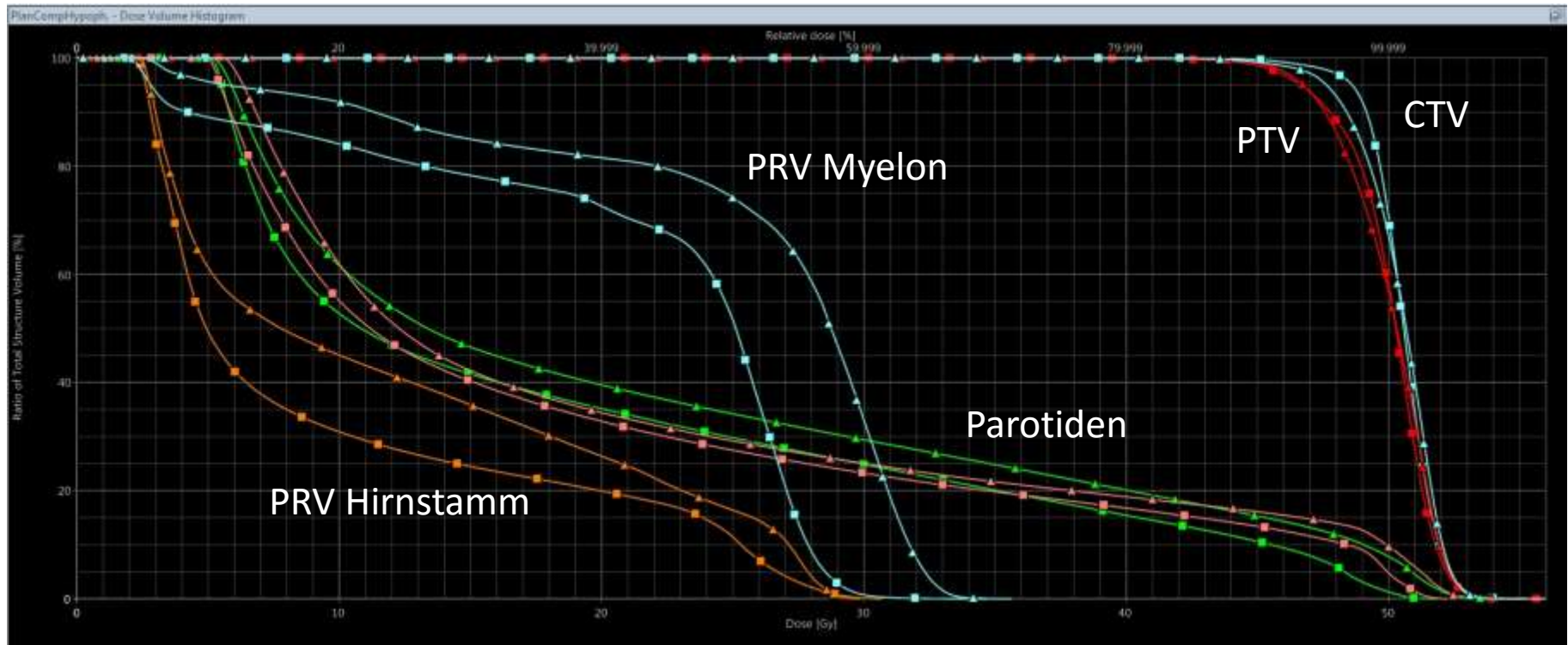
Planoptimierung mittels RapidPlan




Planoptimierung mittels RapidPlan




Validierung des Modells

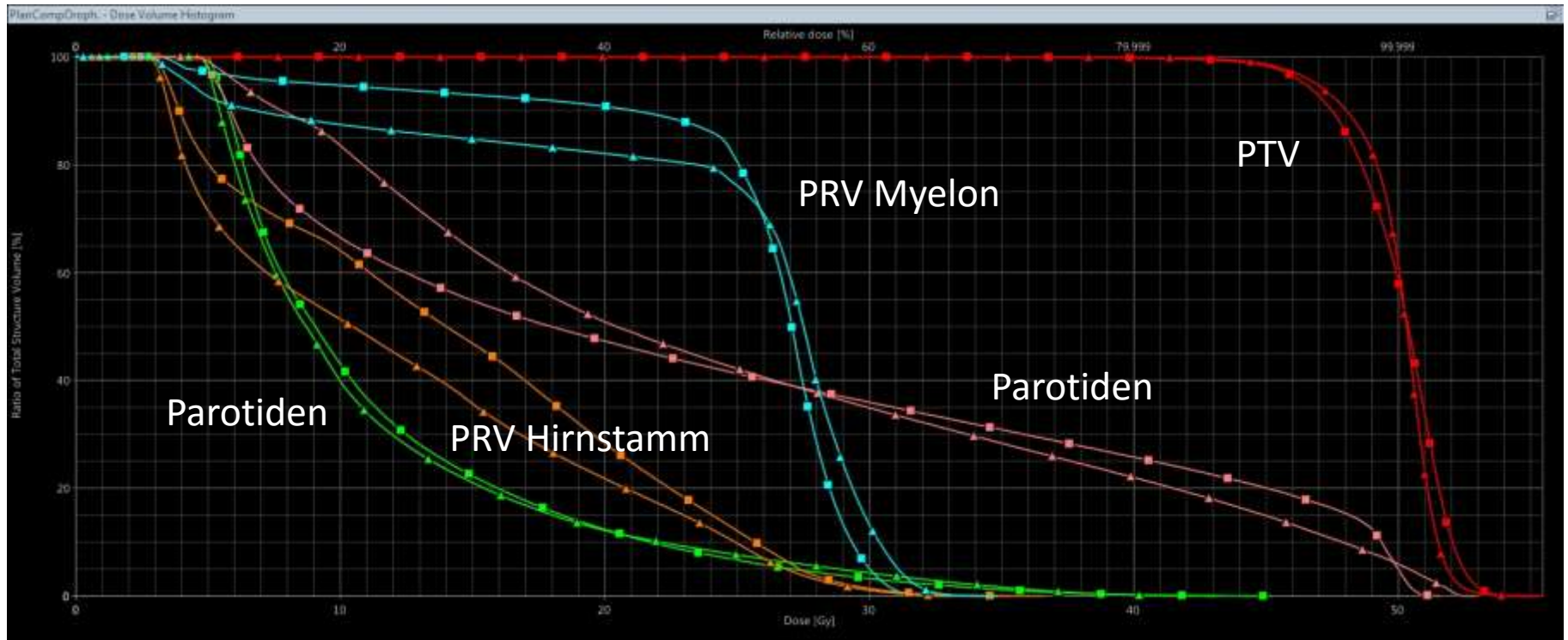


Vergleichs DVH Beispiel: Hypopharynx


Mean Dose Rapid Plan optimiert 
 Parotis links 18.8Gy
 Parotis rechts 18.9Gy


Mean Dose klinischer Plan 
 Parotis links 21.3Gy
 Parotis rechts 20.4Gy

Validierung des Modells

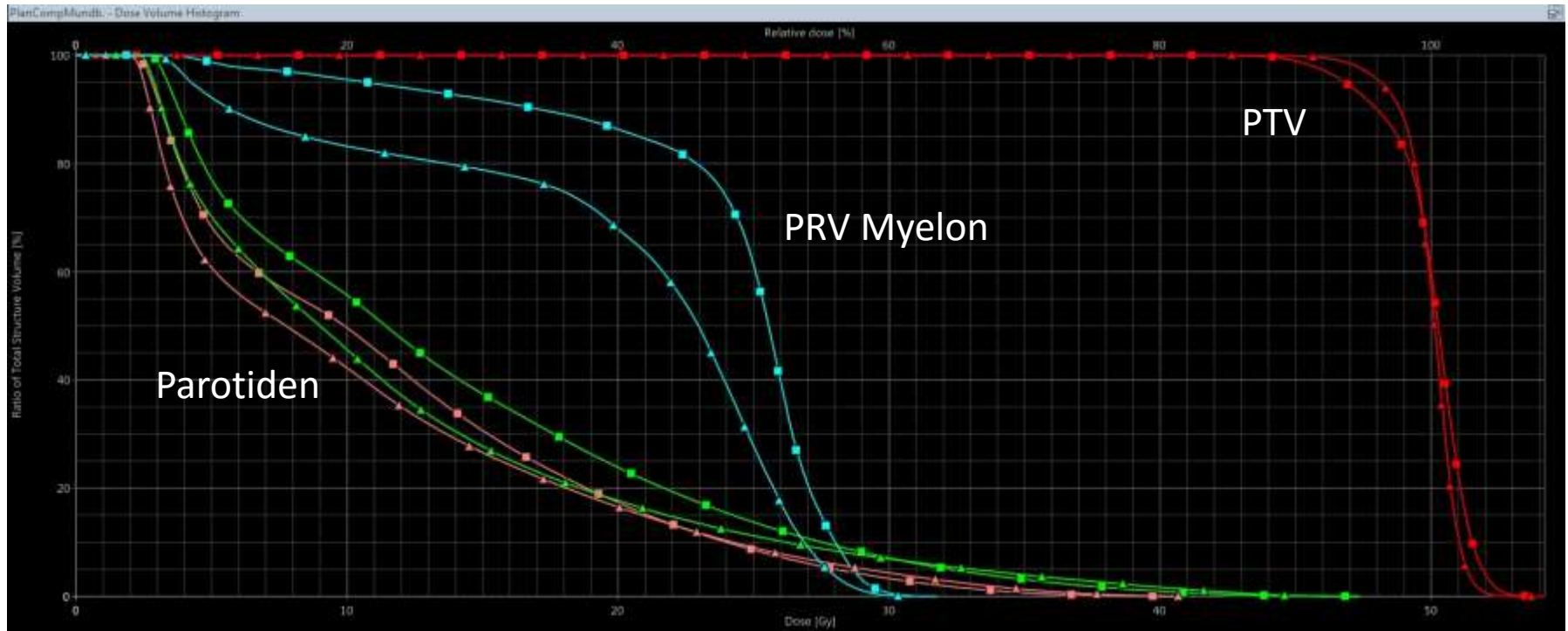


Vergleichs DVH Beispiel: Oropharynx


Mean Dose Rapid Plan optimiert 
Parotis links 11.4Gy
Parotis rechts 24.7Gy


Mean Dose klinischer Plan 
Parotis links 11.6Gy
Parotis rechts 23.6Gy

Validierung des Modells



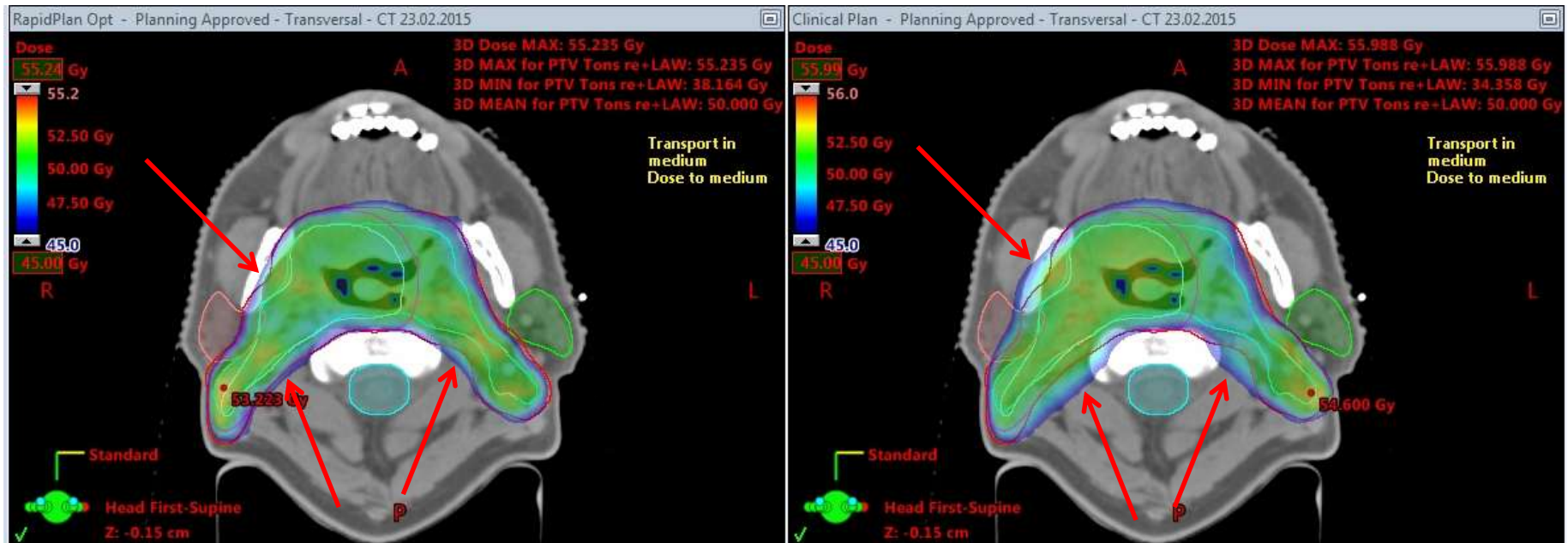
Vergleichs DVH Beispiel: Mundboden Ca

Mean Dose Rapid Plan optimiert 
Parotis links 11.9Gy
Parotis rechts 10.8.7Gy

Mean Dose klinischer Plan 
Parotis links 13.6Gy
Parotis rechts 11.6Gy

Validierung des Modells

Beispiel Tonsillen Ca



RapidPlan optimiert

Klinischer Plan

Erfahrungen bei der Modellerstellung

- Eine Modelldefinition sollte vorab existieren (Was soll das Modell leisten?)
- Die Erstellung eines Modells ist einfach
- Der Analyse- und Optimierungsprozess benötigt Zeit

Erfahrungen bei der Modellerstellung

- Das Modell sollte gegen sich selbst getestet werden
- Der Selbsttest zeigt sowohl Verbesserungen als auch Gleichwertigkeit
- Test mit nicht im Modell integrierten Plänen - ausstehend
- Test durch andere Zentren – RapidPlan Consortium - ausstehend

Fazit

- Verbesserung der Qualität möglich
- Unerfahrene Planer erreichen schneller klinisch akzeptable Pläne
- Durch Austausch mit anderen Zentren auch Modelle nutzbar wenn eigene Expertise zur Modellerstellung nicht ausreicht