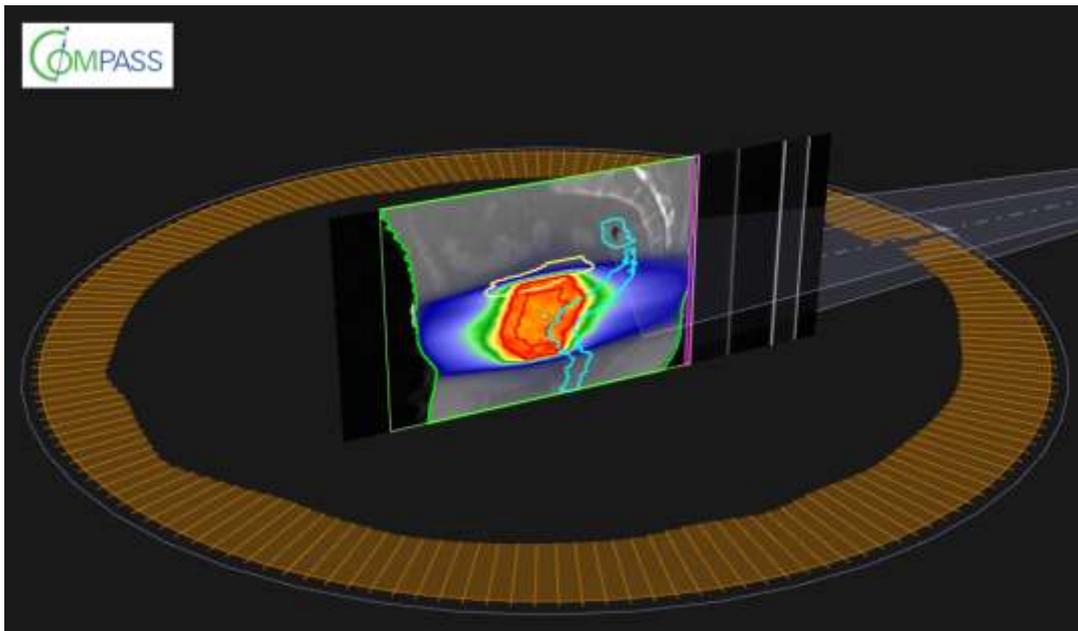


# Rechnerische und messwertgestützte 3D Planverifikation bei Rotationsbestrahlung mit dem System COMPASS



Dr. Ruth Hielscher

Universitätsmedizin Göttingen  
Abteilung Strahlentherapie

[ruth.hielscher@med.uni-goettingen.de](mailto:ruth.hielscher@med.uni-goettingen.de)

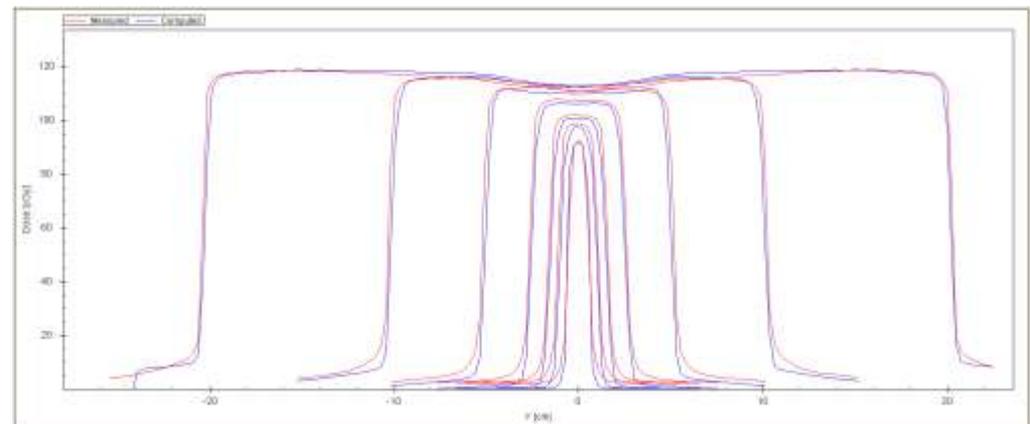
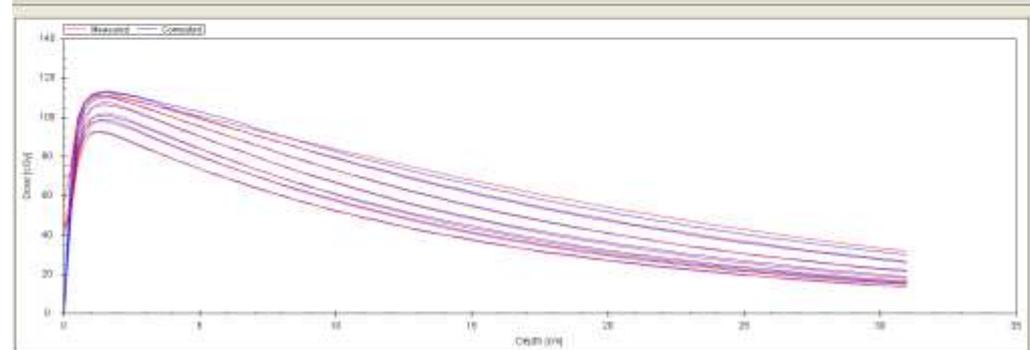
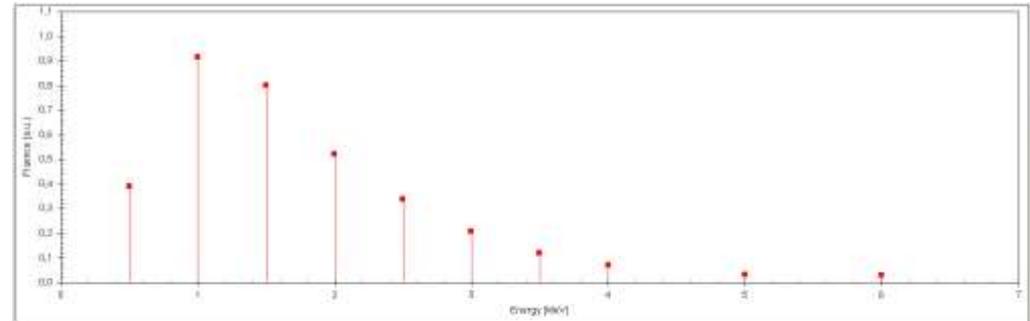
- Aufbau und Einführung in das COMPASS System
- Klinische Implementierung
- Kommissionierung
- Patientenbezogene Verifikation
- Auswertung Prostata
  - Vergleich 3D/2D Verifikation
- Auswertung HNO
  - Vergleich 3D/2D Verifikation
- Vorteile/Nachteile
- Fazit



## Aufnahme Beamdaten

## Messungen

- Tiefendosiskurven (FG 1x1 bis 40x40 cm<sup>2</sup>)
- Profile (FG 1x1 bis 40x40 cm<sup>2</sup>; in 4 Messtiefen von 1,5 bis 20 cm)
- SAD = 100 cm
- Die Feldbegrenzung wurde mittels MLC vorgenommen, um den Einfluss der Transmission und Durchlassstrahlung zu erfassen.
- Absolutdosimetrie
- Outputfaktoren (FG 1x1 bis 40x40 cm<sup>2</sup>)
- zusätzlich weitere Informationen



- Vergleich von Messung und Berechnung, sowie Berechnung und Berechnung
  - Messung mittels Compass und Berechnung mittels TPS
  - Berechnung mittels Compass und Berechnung mittels TPS
- Überprüfung der Absolutdosimetrie über einfache Bestrahlungspläne (statische, offene Bestrahlungsfelder verschiedener Feldgröße mit MLC und statische, dynamische Bestrahlungsfelder)
- Zusammenstellung eines Patientenkollektivs, Rapid Arc Bestrahlungspläne
  - 10 Patienten: Prostata-Ca.
  - 10 Patienten: Beckentumore (Cervix-Ca., Rektum-Ca.)
  - 10 Patienten: HNO
  - 10 Patienten: Kopftumore
- Anlage von Dosisvolumenhistogramm-Vorlagen (Templates)
- Auswertung der DVH

## Exportieren der Patientendaten: Bestrahlungsplan und CT-Datensatz

The screenshot displays the External Beam Planning software interface. The main window shows a treatment plan for a patient with ID 1A-PC-RA. The plan is titled "Treatment Approved - Transversal - CT\_140710". The interface is divided into several panels:

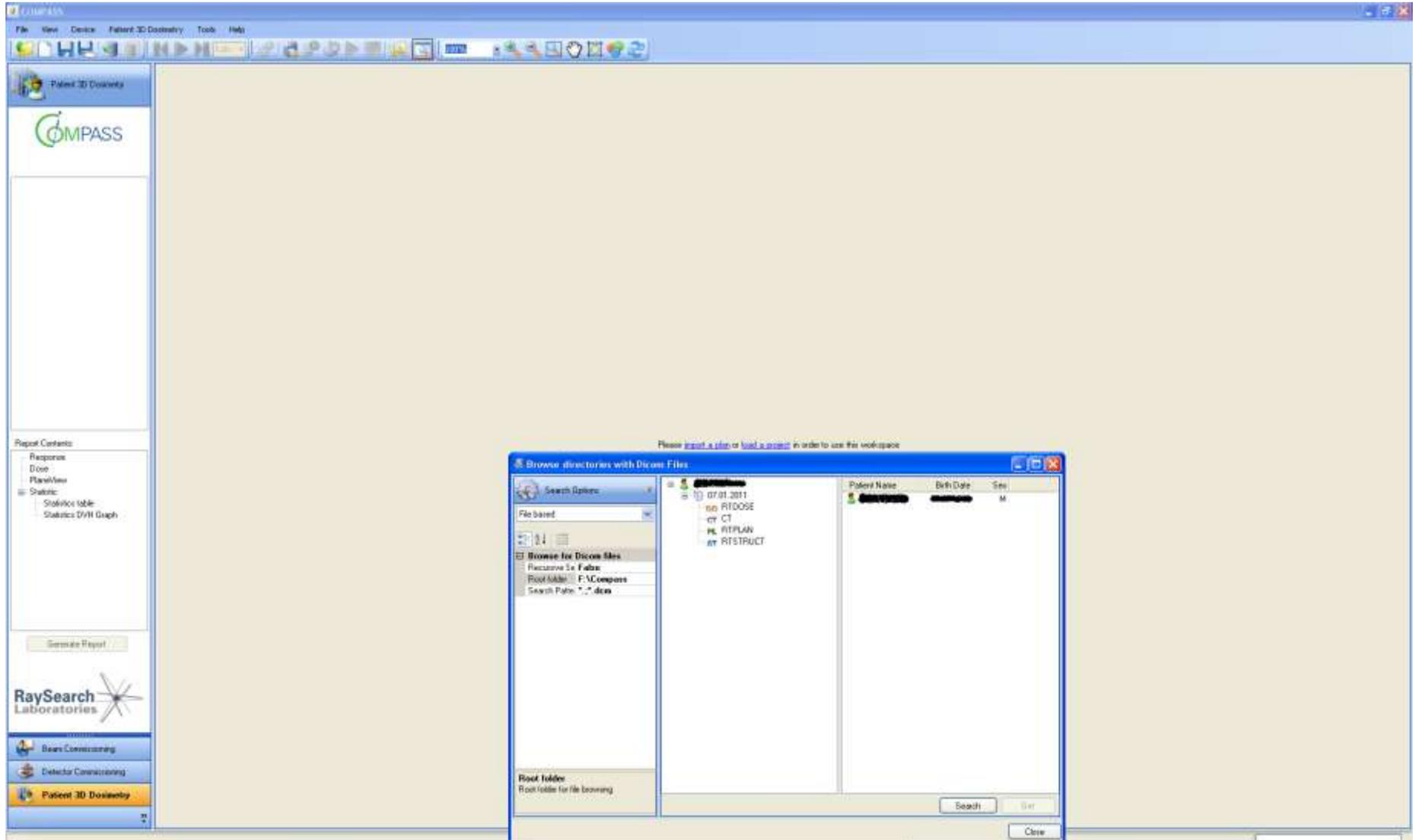
- Left Panel:** A tree view showing the treatment plan structure, including "1A-PC-RA", "1A-BeckenCL4", and "CT\_140710". Under "CT\_140710", there are various anatomical structures and treatment fields listed, such as "BODY", "Blase", "Blase IMRT", "Body\_P", "Bones", "CTV 1A", "CTV 1A + 1cm", "CTV 1BA", "CTV LK", "CTV LK + 1cm", "CTV\_P", "CouchInterior", "CouchInterior\_P", "CouchRailLeft", "CouchRailLeft\_P", "CouchRailRight", "CouchRailRight\_P", "CouchSurface", "CouchSurface\_P", "GTV\_P", "Hüfte links", "Hüfte rechts", "PTV 1A", "PTV 1A IMRT", "PTV\_P", "Phantom", and "Rektum".
- Top-Left Panel:** A 2D axial CT scan showing the treatment area with a purple beam field and a red target area. A dose-area histogram (DAH) is visible in the top right corner of this panel, showing a distribution of dose values.
- Top-Right Panel:** A 3D visualization of the treatment plan, showing the patient's anatomy, the beam field, and the target area. A green figure is visible in the bottom left corner of this panel.
- Bottom-Left Panel:** A 2D axial CT scan showing the treatment area with a purple beam field and a red target area. A green figure is visible in the bottom left corner of this panel.
- Bottom-Right Panel:** A 3D visualization of the treatment plan, showing the patient's anatomy, the beam field, and the target area. A green figure is visible in the bottom left corner of this panel.

An "Export Wizard: Plan export details" dialog box is open in the foreground. It shows the following information:

- Plan ID:** 1A-PC-RA
- Select Fractionation:** F1
- Include structure set:**
- Include image slices of 3D volume:**
- Include treatment records:**
- Fields:**
  - Include setup fields:**
  - Include reference images:**
  - Compatible to Varian Treatment Console 6.5 - 8.6:**
- Dose:**
  - None
  - Total plan dose
  - Field dose
  - Absolute values [Gy]
  - Relative values [1.0 = 100 %]

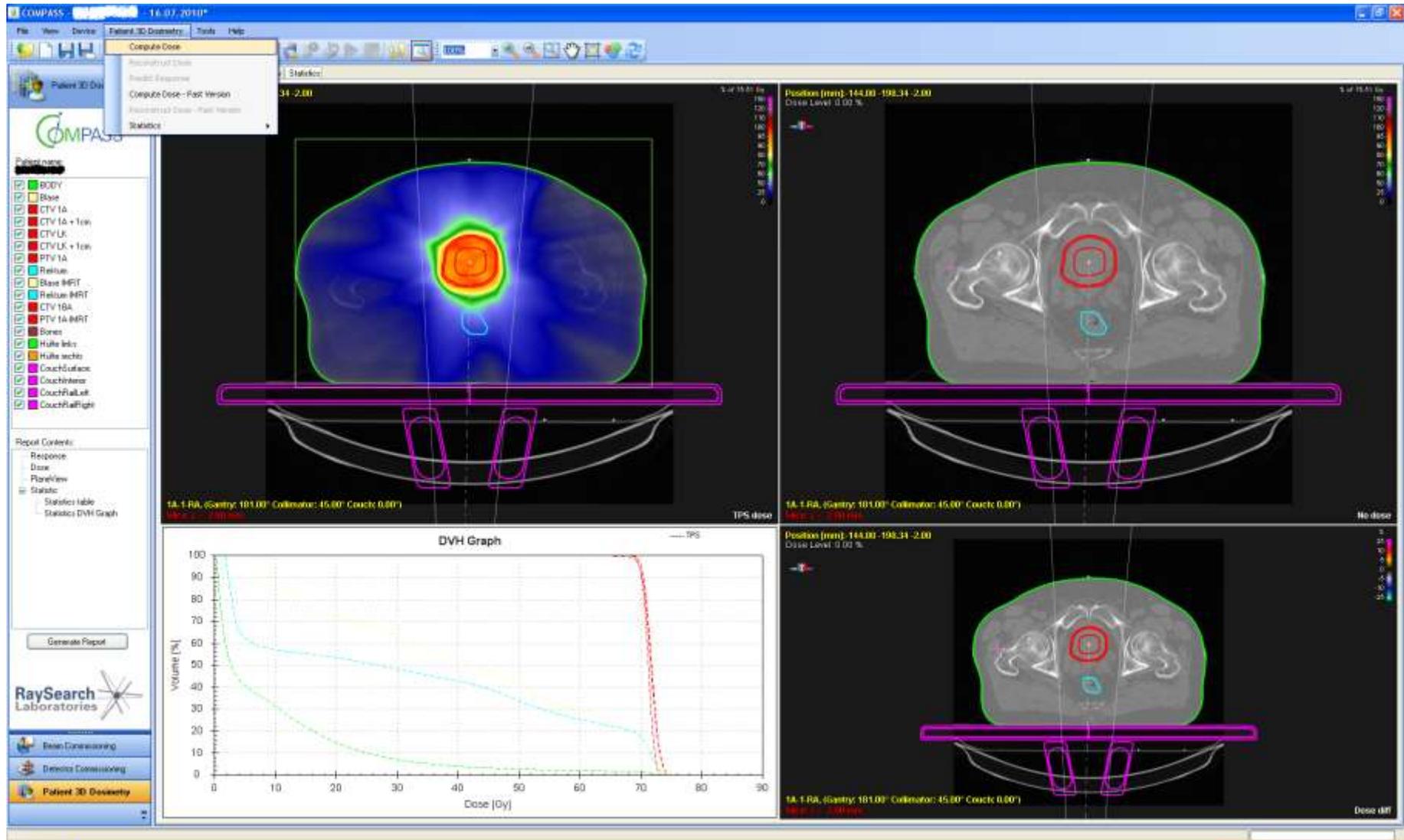
The dialog box also features a 3D visualization of a green figure holding a black sign with a white panda face. The "Ready" status is visible at the bottom left of the software interface.

## Importieren der Patientendaten in das System COMPASS



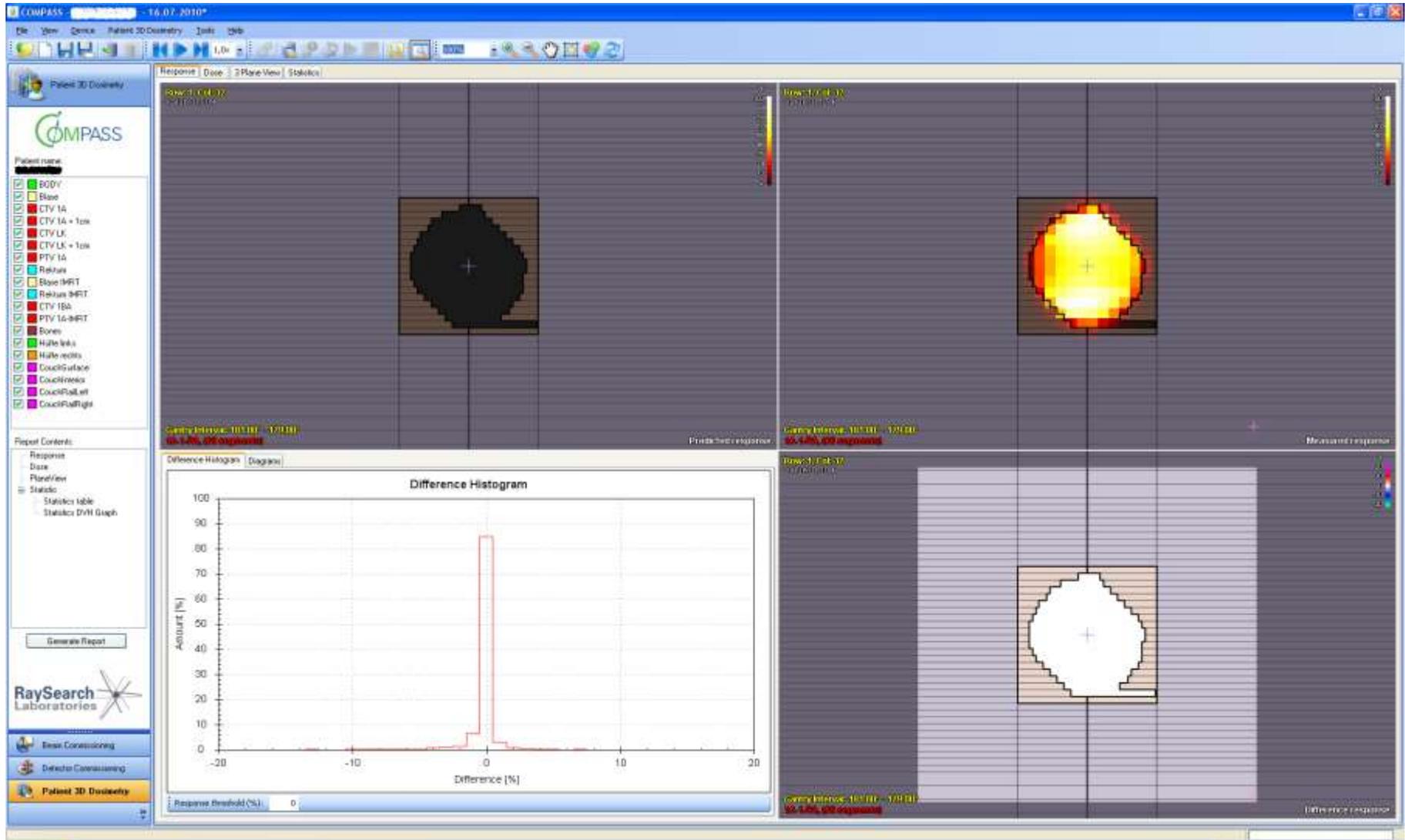
# Patientenbezogene Verifikation

## Berechnung des Bestrahlungsplans mittels COMPASS collapsed-cone Algorithmus

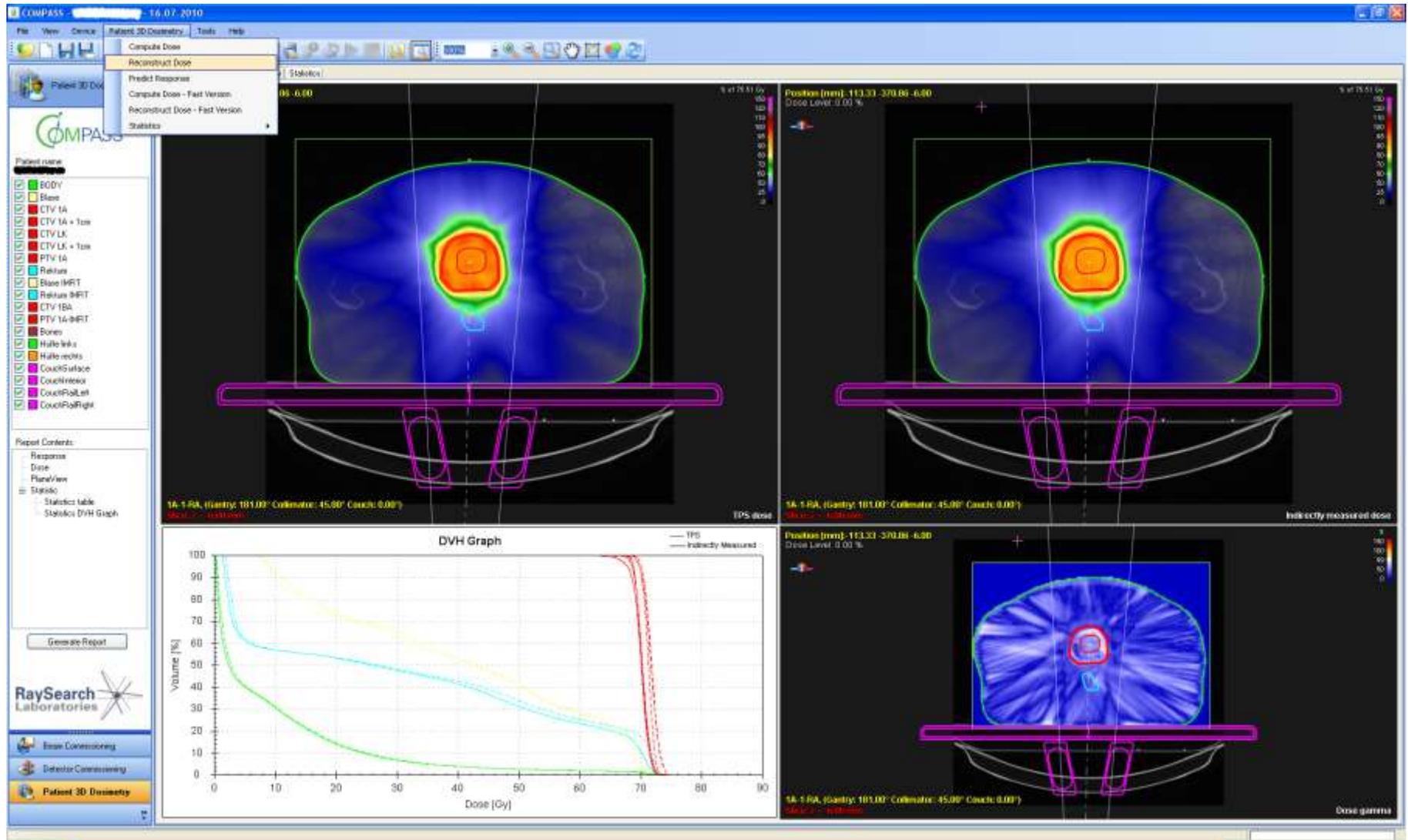




## Messung des Bestrahlungsplans mittels COMPASS und MatriXX

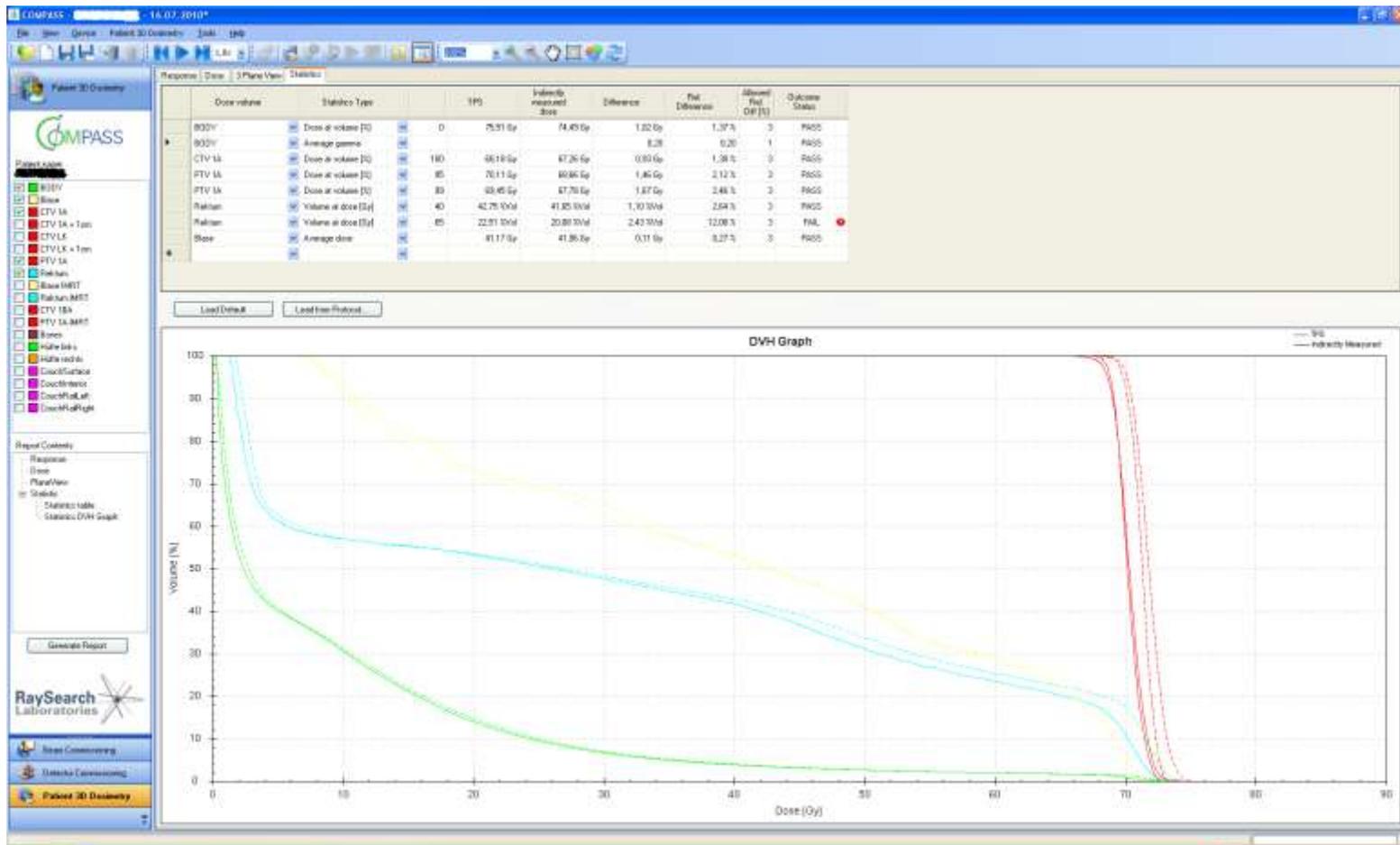


## Rekonstruktion des gemessenen Bestrahlungsplans

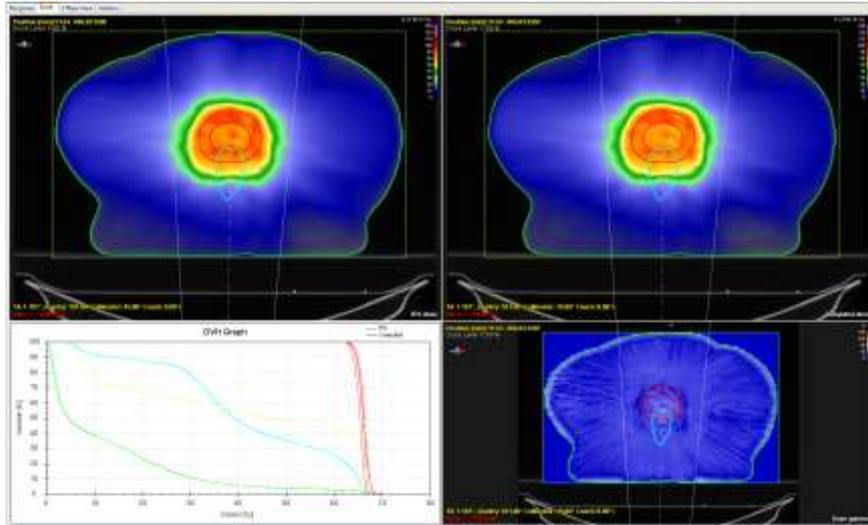


Auswertung:

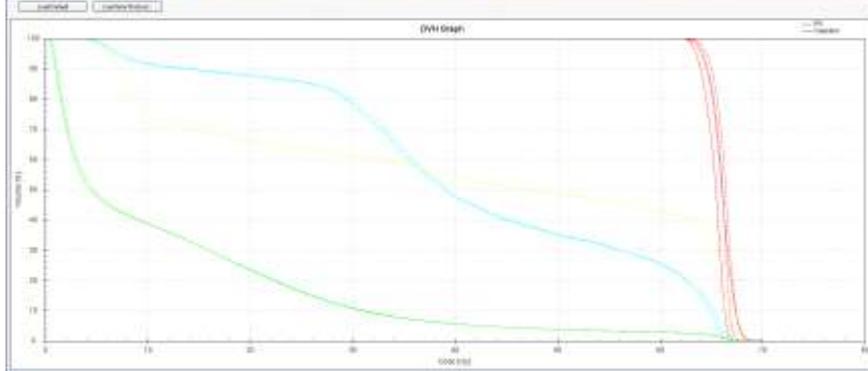
Vergleich des berechneten Bestrahlungsplans TPS aus Eclipse und dem rekonstruierten Bestrahlungsplan aus COMPASS



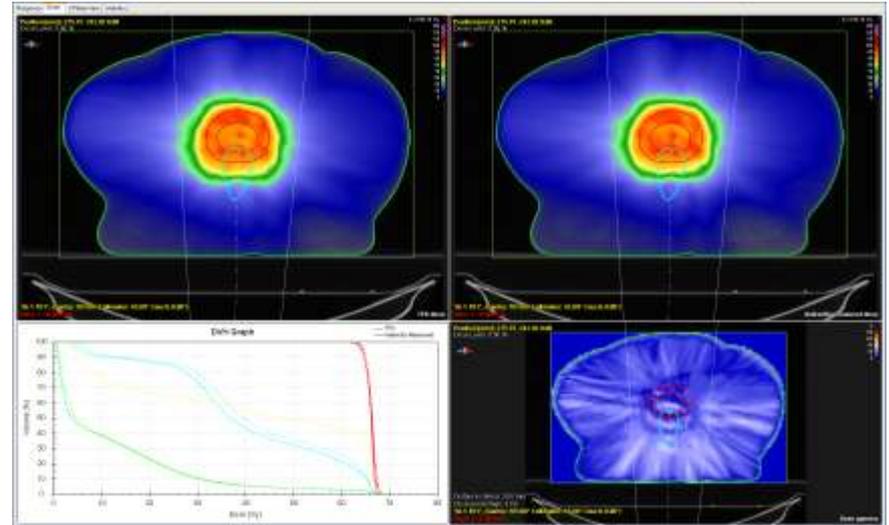
## TPS vs. gerechnet



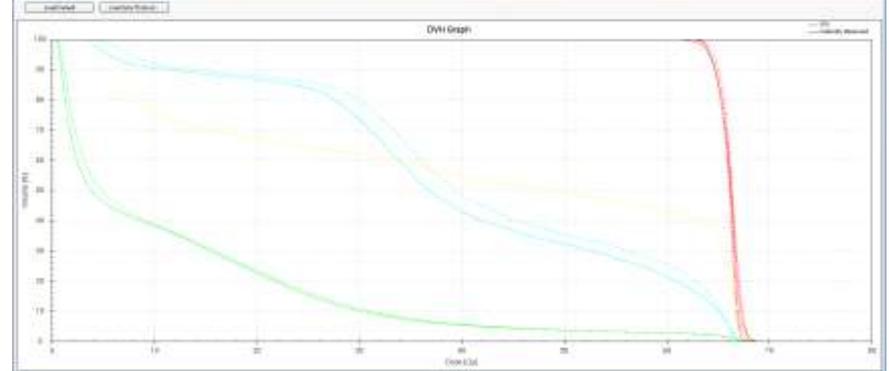
Organ	Volume [cc]	Min. Dose [Gy]	Max. Dose [Gy]	Avg. Dose [Gy]	Mean Dose [Gy]	Max. Dose [Gy]	Min. Dose [Gy]	Avg. Dose [Gy]	Mean Dose [Gy]
Blase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Rektum	150	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Harnblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00



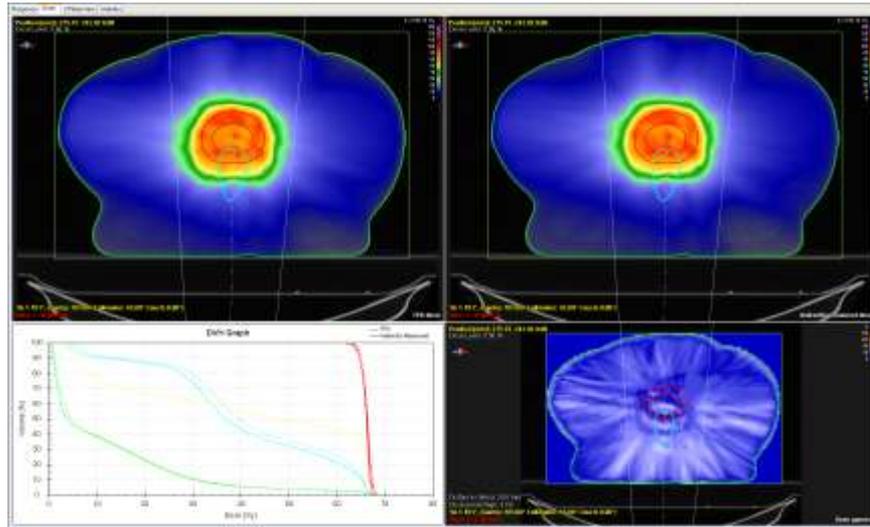
## TPS vs. gemessen/rekonstruiert



Organ	Volume [cc]	Min. Dose [Gy]	Max. Dose [Gy]	Avg. Dose [Gy]	Mean Dose [Gy]	Max. Dose [Gy]	Min. Dose [Gy]	Avg. Dose [Gy]	Mean Dose [Gy]
Blase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Rektum	150	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Harnblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00
Blasenblase	100	0.00	100.00	50.00	50.00	100.00	0.00	50.00	50.00

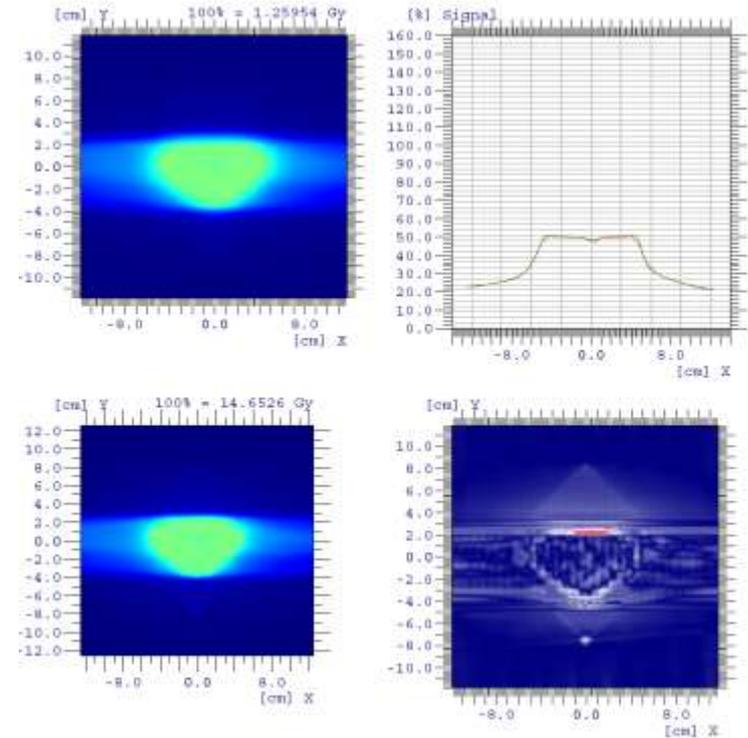


## TPS vs. gemessen/rekonstruiert COMPASS



Dose volume	Statistics Type	TPS	Volume %	Volume measured dose	Difference	Rel. Difference	Allowed Dev. DWT%	Outcome Status
BODY	Dose at volume [%]	0	65.16 Gy	69.11 Gy	-0.07 Gy	0.10%	3	PASS
BODY	Average gamma				0.29	0.29	1	PASS
CTV 1A	Dose at volume [%]	100	62.74 Gy	62.79 Gy	-0.06 Gy	-0.09%	3	PASS
PTV 1A	Dose at volume [%]	95	64.57 Gy	64.13 Gy	0.44 Gy	0.68%	3	PASS
PTV 1A	Dose at volume [%]	30	63.76 Gy	62.90 Gy	0.70 Gy	1.23%	3	PASS
Rektum	Volume at dose [5%]	40	49.54 5%Vol	42.96 5%Vol	6.57 5%Vol	12.96%	3	FAIL
Rektum	Volume at dose [5%]	65	11.79 5%Vol	10.23 5%Vol	1.56 5%Vol	15.26%	3	FAIL
Blase	Average dose		41.07 Gy	40.86 Gy	0.22 Gy	0.53%	3	PASS

## TPS vs. gemessen OmniPro



Gamma, 3.0%, 3.0 mm : 0,25%

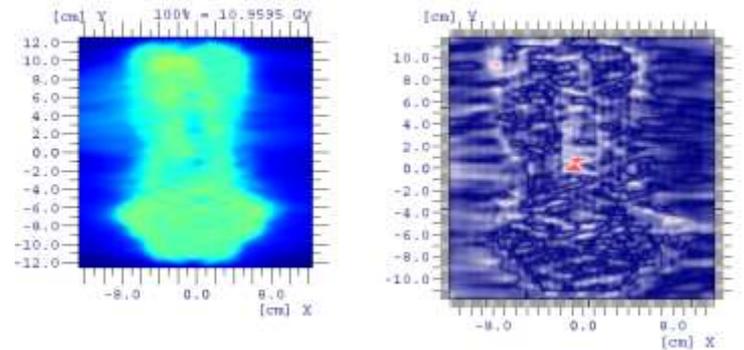
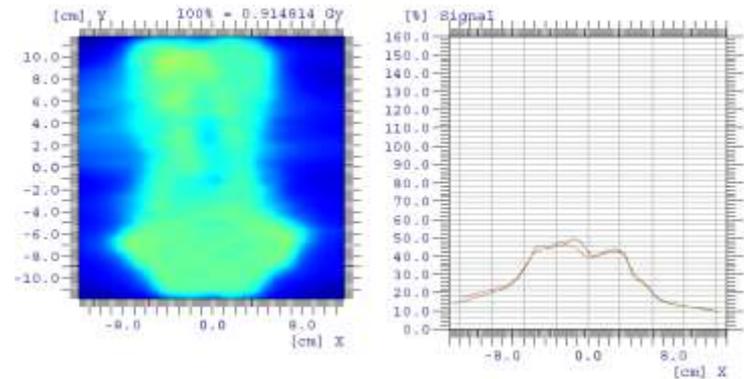
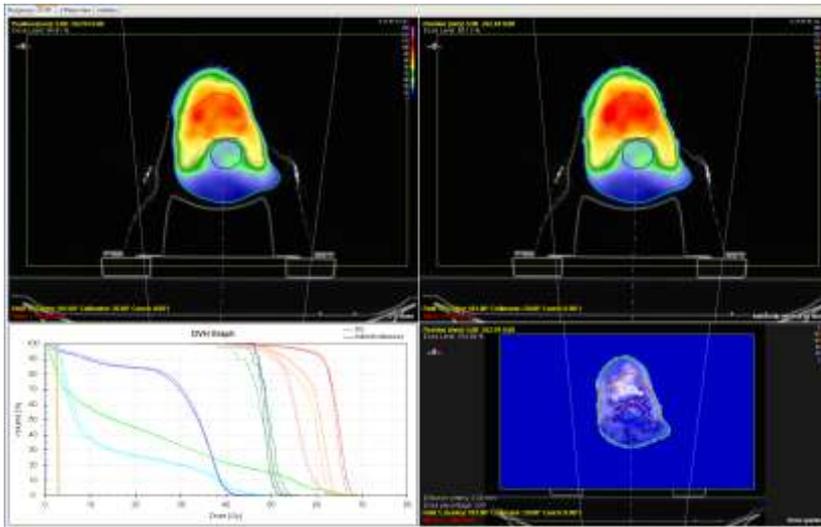
OmniPro l'mrt, 2D Fluenz



# Vergleich 3D/2D Verifikation

## TPS vs. gemessen/rekonstruiert COMPASS

## TPS vs. gemessen OmniPro



Organ at Risk	Structure Type	TPS	Computed dose	Difference	Rel. Difference	Allowed tol. [%]	Compass Status
BODY	Dose at volume [%]	0	67.31 Gy	66.38 Gy	1.92 Gy	2.29 %	3 PASS
BODY	Average dose		53.26 Gy	52.13 Gy	1.14 Gy	1.85 %	3 PASS
PTV 1A	Dose at volume [%]	95	48.32 Gy	48.28 Gy	-0.04 Gy	-0.08 %	3 PASS
PTV 1A	Average dose		57.86 Gy	57.17 Gy	-0.71 Gy	-1.23 %	3 PASS
PTV 1B	Dose at volume [%]	95	47.94 Gy	49.47 Gy	1.53 Gy	3.09 %	3 FAIL
PTV 1B	Average dose		41.15 Gy	45.48 Gy	4.33 Gy	9.51 %	3 FAIL
PTV 1C	Dose at volume [%]	95	48.35 Gy	48.97 Gy	0.62 Gy	1.27 %	3 PASS
PTV 1C	Average dose		41.77 Gy	43.08 Gy	-2.03 Gy	-4.64 %	3 FAIL
CTV 1A	Dose at volume [%]	100	54.54 Gy	53.96 Gy	-0.58 Gy	-1.06 %	3 PASS
CTV 1A	Average dose		53.12 Gy	52.82 Gy	-0.31 Gy	-0.58 %	3 PASS
CTV 1B	Dose at volume [%]	100	8.39 Gy	8.99 Gy	0.60 Gy	7.15 %	3 FAIL
CTV 1B	Average dose		57.72 Gy	56.78 Gy	-1.02 Gy	-1.75 %	3 PASS
CTV 1C	Dose at volume [%]	100	8.46 Gy	7.72 Gy	-0.74 Gy	-8.75 %	3 FAIL
RH	Volume at dose [Gy]	45	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	n. def. %	3 FAIL
RH + Lms	Volume at dose [Gy]	45	0.04 %Vd	0.02 %Vd	-0.02 %Vd	-15.22 %	3 FAIL
Lower esoph	Volume at dose [Gy]	0	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	n. def. %	3 FAIL
Lower intz	Volume at dose [Gy]	0	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	n. def. %	3 FAIL
Heartlens	Volume at dose [Gy]	54	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	n. def. %	3 FAIL
Chiasm	Volume at dose [Gy]	54	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	n. def. %	3 FAIL
N.opticn.croch	Volume at dose [Gy]	54	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	n. def. %	3 FAIL
N.opticn.brn	Volume at dose [Gy]	54	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	n. def. %	3 FAIL
Pharynx.croch	Volume at dose [Gy]	54	0.16 %Vd	0.00 %Vd	-0.16 %Vd	-170.524.685.363 %	3 FAIL
Pharynx.brn	Volume at dose [Gy]	54	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %Vd	0.00 %	3 FAIL

Gamma, 3.0%, 3.0 mm : 0,38%

OmniPro I'mrt, 2D Fluenz

- Verifikation von dynamischen Bestrahlungsplänen unter Berücksichtigung der Patientendaten
- Berechnung und Anzeige einer 3D Gammaverteilung auf Grundlage des Patientendatensatzes und somit Zuordnung der Abweichung zu anatomischen Regionen möglich
- Transparenz bezüglich der Notwendigkeit von Korrekturmaßnahmen des Bestrahlungsplans aufgrund der eindeutigen Zuordnung der Abweichungen zu anatomischen Regionen
- Patientenbezogene Verifikation unter Berücksichtigung der maschinenbezogenen Parameter des Linearbeschleunigers
- Berechnung der Dosisverteilung unter Verwendung eines von TPS unabhängigen Algorithmus
- Rekonstruktion der Dosisverteilung aus Messdaten
- Möglichkeit der Durchführung der patientenbezogenen Verifikation entweder über Berechnung der Dosisverteilung und/oder Messung

- Aufbau/Montage Messapparatur schwer
- Dauer der Berechnung der dynamischen Bestrahlungspläne (RapidArc)
- Zur Zeit keine Patientendatenbank vorhanden
- Keine Rechenliste

Das System COMPASS ermöglicht eine 3D patientenbezogene Verifikation von dynamischen Bestrahlungsplänen unter Berücksichtigung der individuellen Maschinenparameter des Linearbeschleunigers und der individuellen Patientenanatomie. Damit ist eine eindeutige Zuordnung eventueller Abweichung zur anatomischen Region des Patienten möglich. Daraus kann leichter bestimmt werden, ob Korrekturmaßnahmen des Bestrahlungsplans notwendig sind.

Dr. Lutz Müller + Kollegen, IBA Dosimetry GmbH



Daniela Wagner, Universitätsmedizin Göttingen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!