

# Klinische Implementation und Erfahrungen mit VMAT am KH Dresden-Friedrichstadt

Treffen des AK IMRT der DGMP

Knut Merla, Heiko Tümmler  
knut.merla@khdf.de



Krankenhaus Dresden – Friedrichstadt  
Zentraler Klinikservice, Abteilung Strahlenphysik



# Kurzer Abriss zur Historie

## Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT): IMRT in a single arc

K. Otto

Vancouver Cancer Center, Vancouver, Canada

Proceedings 11th Varian European Users Meeting, June 2007

Oct 25, 2007

## Varian Medical Systems to Introduce RapidArc™ Radiotherapy Technology for Volumetric Arc Therapy at ASTRO 2007

Nov 9, 2007

## BC Cancer Agency Pioneers Faster, More Precise Radiotherapy Treatment

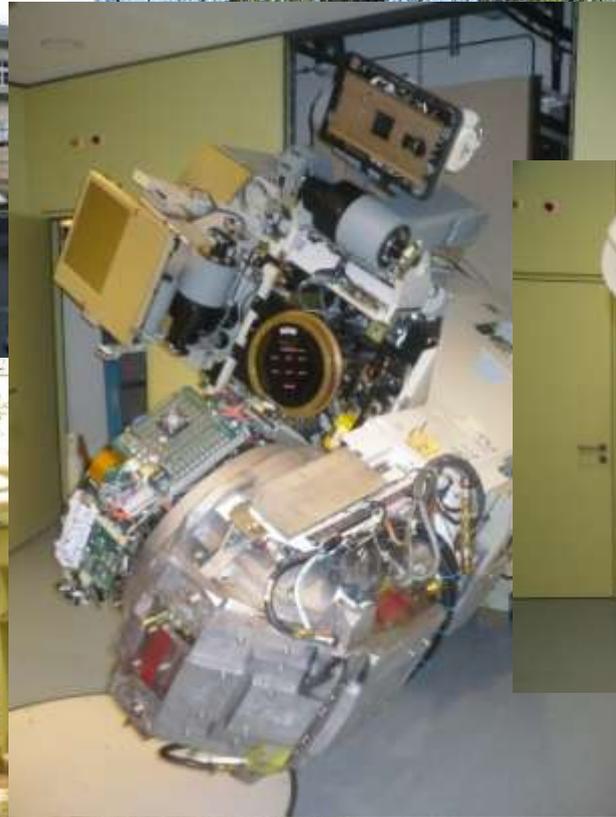
Clinicians complete a prostate cancer treatment in less than two minutes using volumetric arc therapy (VMAT) with technology from Varian Medical Systems

Jan 2, 2008

## Varian Medical Systems Receives FDA 510(k) Clearance for RapidArc™ Radiotherapy Technology



# VMAT am KHDF

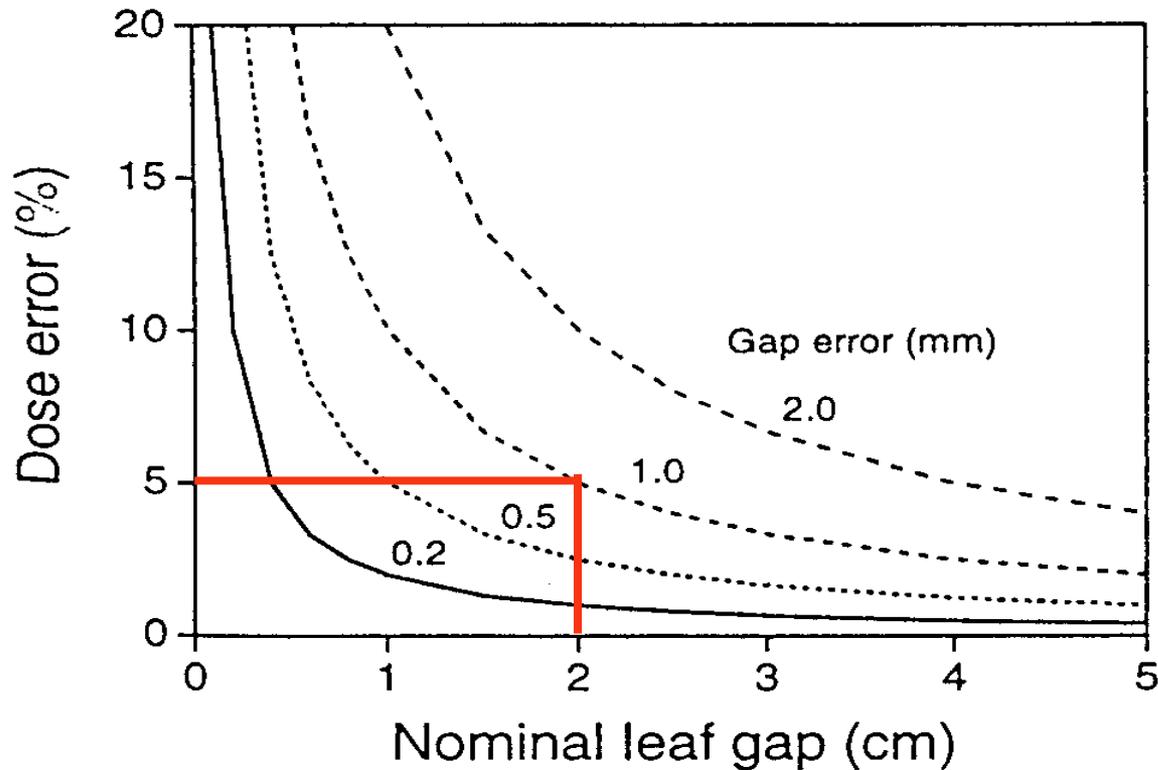


Aufrüstung 1. Beschleuniger: August – Anfang September 2010

Aufrüstung 2. Beschleuniger: Januar 2011

# VMAT – Die Herausforderung

Hohe Anforderungen an Beschleuniger und MLC



# Commissioning & QA



Int. J. Radiation Oncology Biol. Phys., Vol. ■, No. ■, pp. 1–7, 2008

Copyright © 2008 Elsevier Inc.

Printed in the USA. All rights reserved

0360-3016/08/\$—see front matter

doi:10.1016/j.ijrobp.2008.05.060

## PHYSICS CONTRIBUTION

### COMMISSIONING AND QUALITY ASSURANCE OF RAPIDARC RADIOTHERAPY DELIVERY SYSTEM

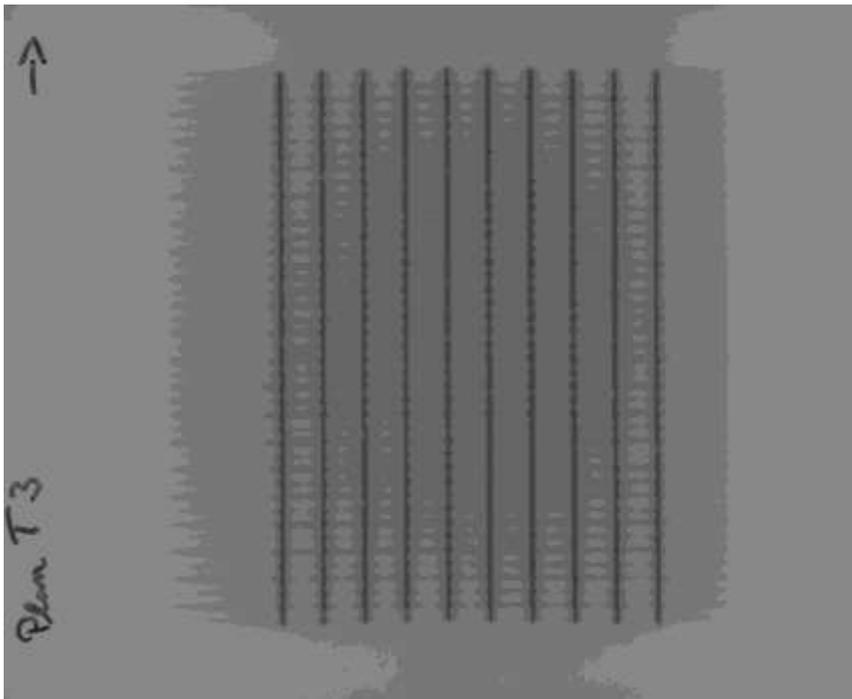
C. CLIFTON LING, PH.D.,\*<sup>†</sup> PENG PENG ZHANG, PH.D.,<sup>†</sup> YVES ARCHAMBAULT, M.Sc.,\*  
JIRI BOCANEK, M.Sc.,\* GRACE TANG, M.Phil.,<sup>‡</sup> AND THOMAS LOSASSO, PH.D.<sup>†</sup>

\*Varian Medical Systems, Palo Alto, CA; <sup>†</sup>Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, New York, NY;  
and <sup>‡</sup>University of Maryland, Baltimore, MD

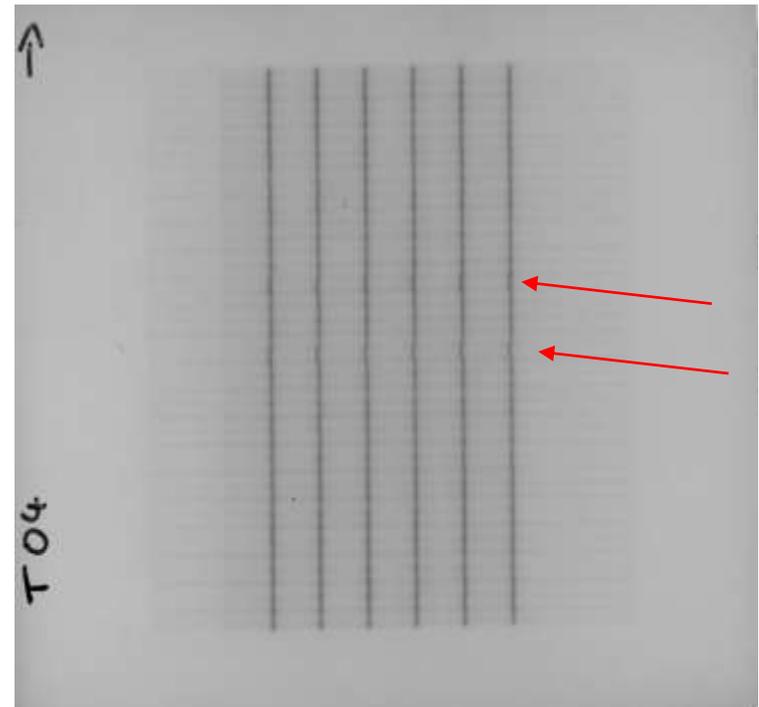
Plan ID	Beschreibung	Messung
T01 <u>Dosimetr.</u>	Check Stabilität <u>Leafgeschwindigkeit</u> für statische Gantry: MLC5mm <u>Leafspalt</u> , Dosisvergleich für 0°, 180°, 270° und 90°	Portalvision
T02 <u>Zaun stat</u>	Zauntest für verschiedene <u>Gantrywinkel</u> statisch	Portalvision
T03 <u>PF RA OK</u>	Zauntest ohne Fehler für verschiedene <u>Gantrywinkel RapidArc</u>	Portalvision
T04 <u>PF RA Err</u>	Zauntest mit Fehlern für verschiedene <u>Gantrywinkel RapidArc</u>	Portalvision
T05 <u>Dos/Gan.</u>	7 verschiedene Kombinationen von Dosisleistung, <u>Gantryspeed</u> und Range, um 7 gleich dosierte Streifen zu ergeben	Portalvision Film (Kodak) ArcCheck
T06 <u>MLCSpeed</u>	4 verschiedene Kombination von MLC Speed und Dosisleistung, um 4 gleich dosierte Streifen zu ergeben	Portalvision Film (Kodak) ArcCheck

# Commissioning & QA

## Gartenzaun-Test für VMAT Vollrotation



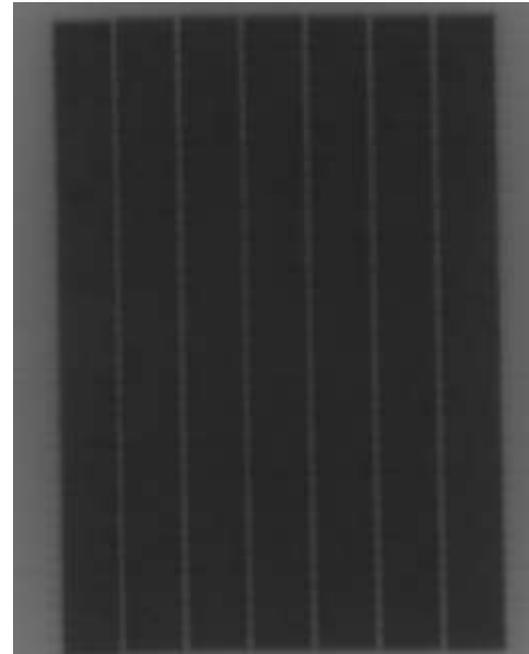
fehlerfrei



Fehler oben: 1,5mm Spalt statt 1mm Spalt  
Fehler unten: Leaf 0,5mm fehlpositioniert

# Commissioning & QA

## Dose-Rate Gantry-Speed Test

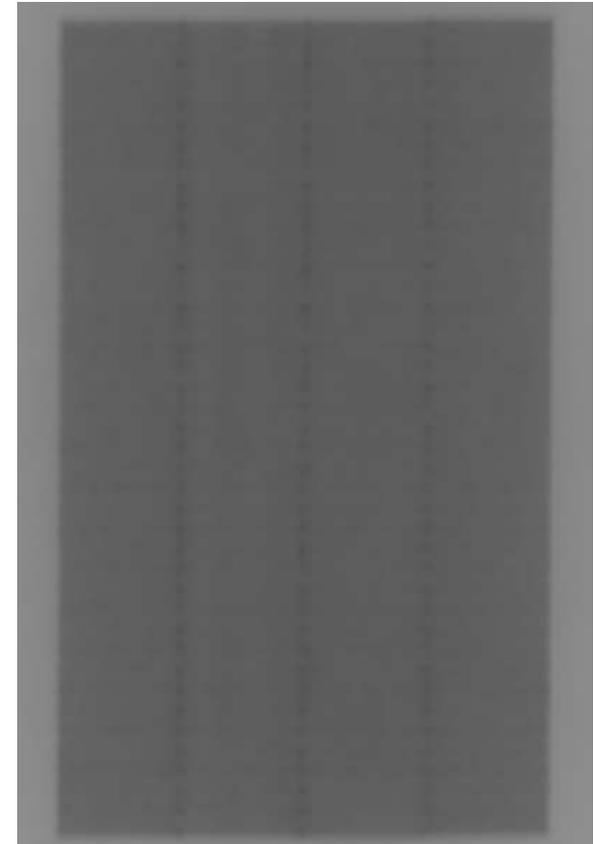


Position	-3cm	-1cm	0cm	1cm	3cm	5cm	7cm
Mean Arc	46308	46730	46800	47009	47062	46924	46199
Mean Openfield	204,88	210,27	210,43	211,48	212,95	212,87	207,11
Nom. Wert Rcorr	22602,6	22223,8	22240,0	22228,4	22100,2	22043,4	22306,6
<b>Mittelwert:</b>	22249,3						
Abweichungen	1,59%	-0,11%	-0,04%	-0,09%	-0,67%	-0,93%	0,26%

# Commissioning & QA

## Dose-Rate Leaf-Speed Test

Position	-4.5cm	-1.5cm	1.5cm	4.5cm
Mean Arc	34162	34715	34492	34121
Mean Openfield	95,62	98,1	98,25	96,34
Nom. Wert Rcorr	35727,2	35387,0	35106,0	35417,0
<del>Mittelwert:</del>	35409,3			
Abweichungen	0,90%	-0,06%	-0,86%	0,02%



Vertrauen ist gut...

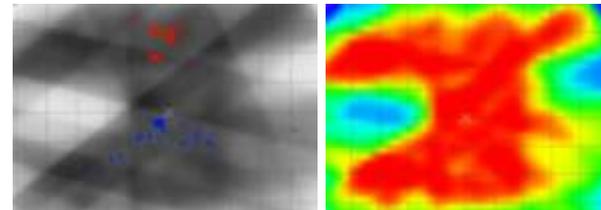


# VMAT - Verifikation

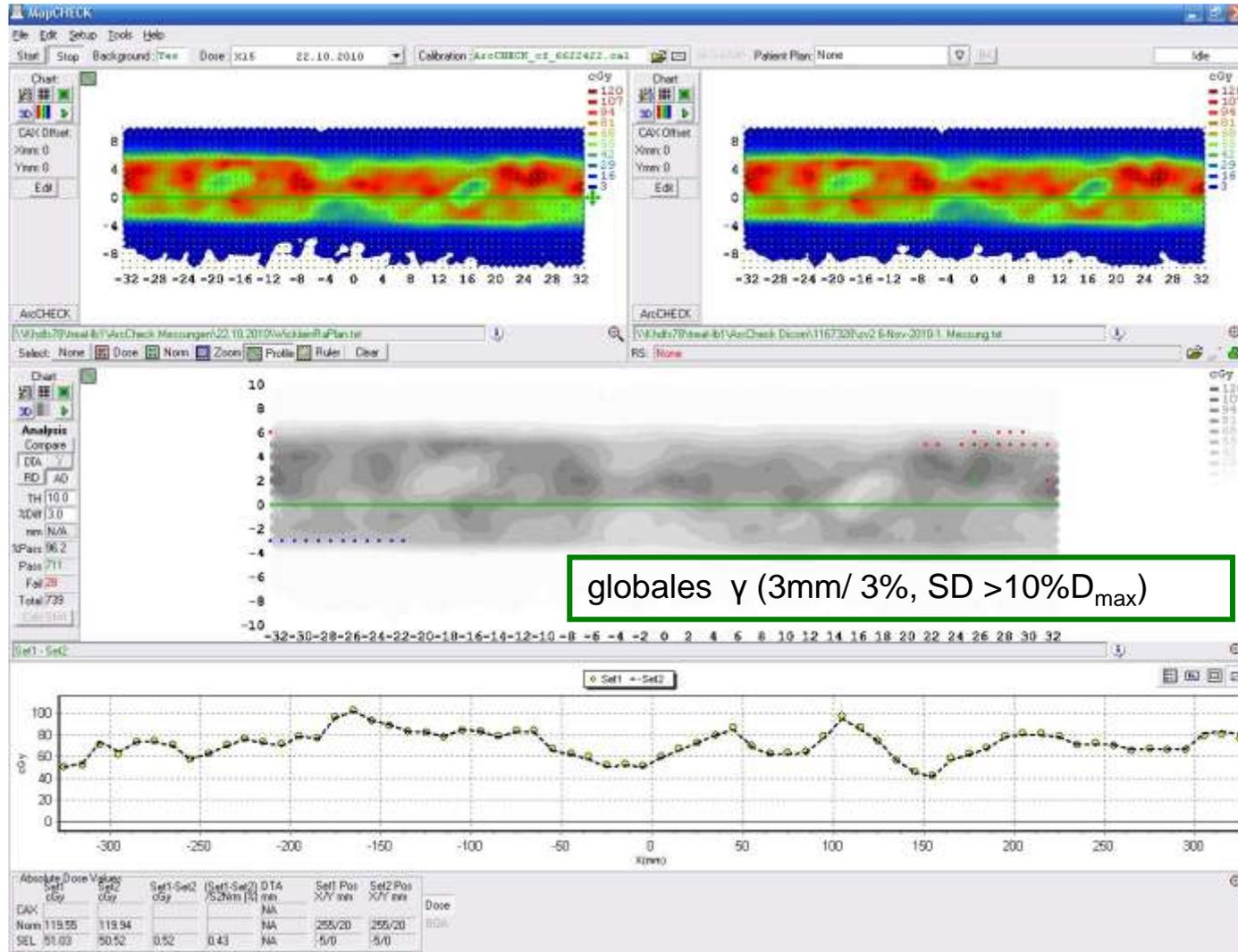
## Patienten - & Maschine QA (DIN 6875-3)



**ArcCHECK™**

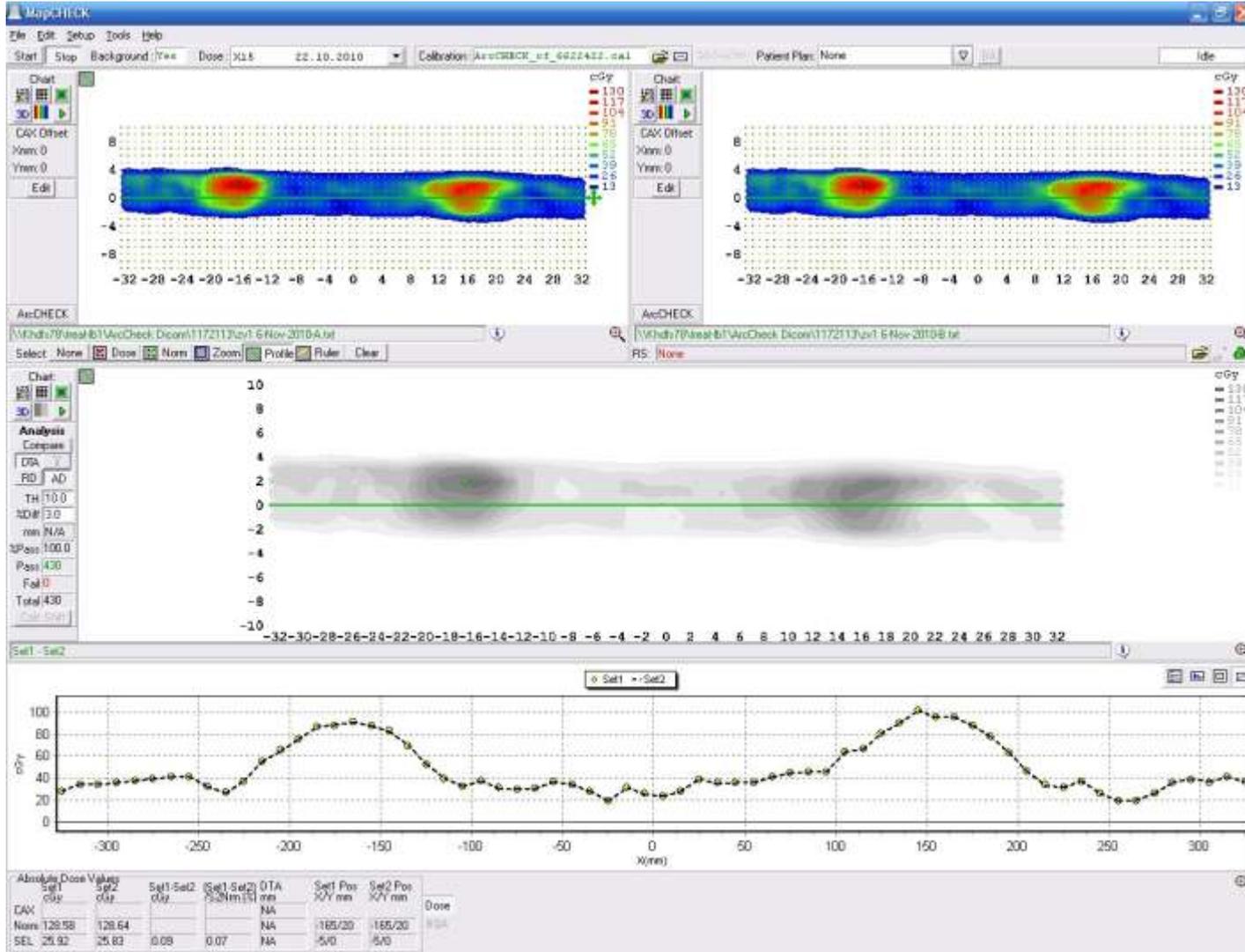


# Verifikation - ArcCheck



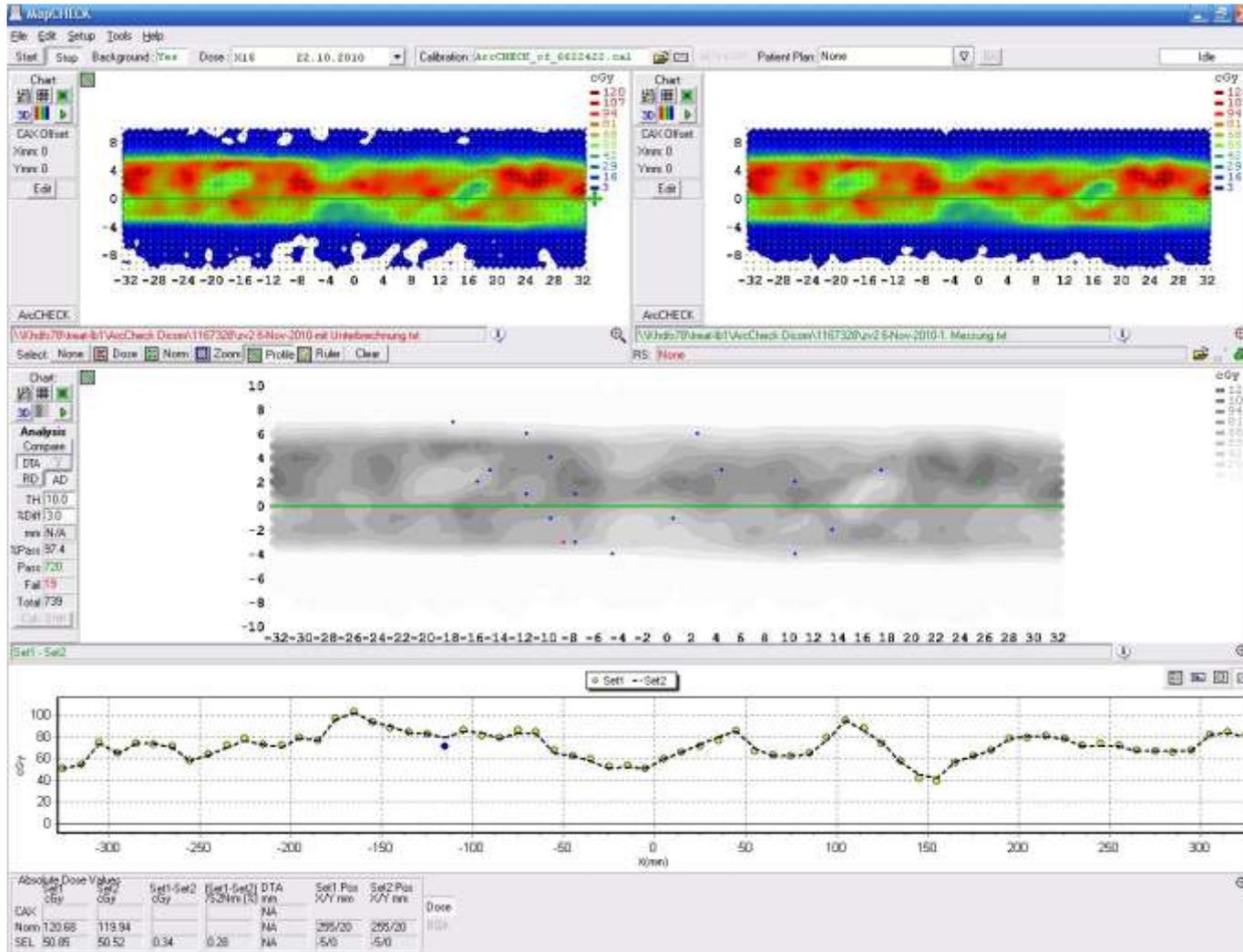
Vergleich Messung vom 22.10. mit der vom 6.11.10 (PR 96,2%)

# Verifikation



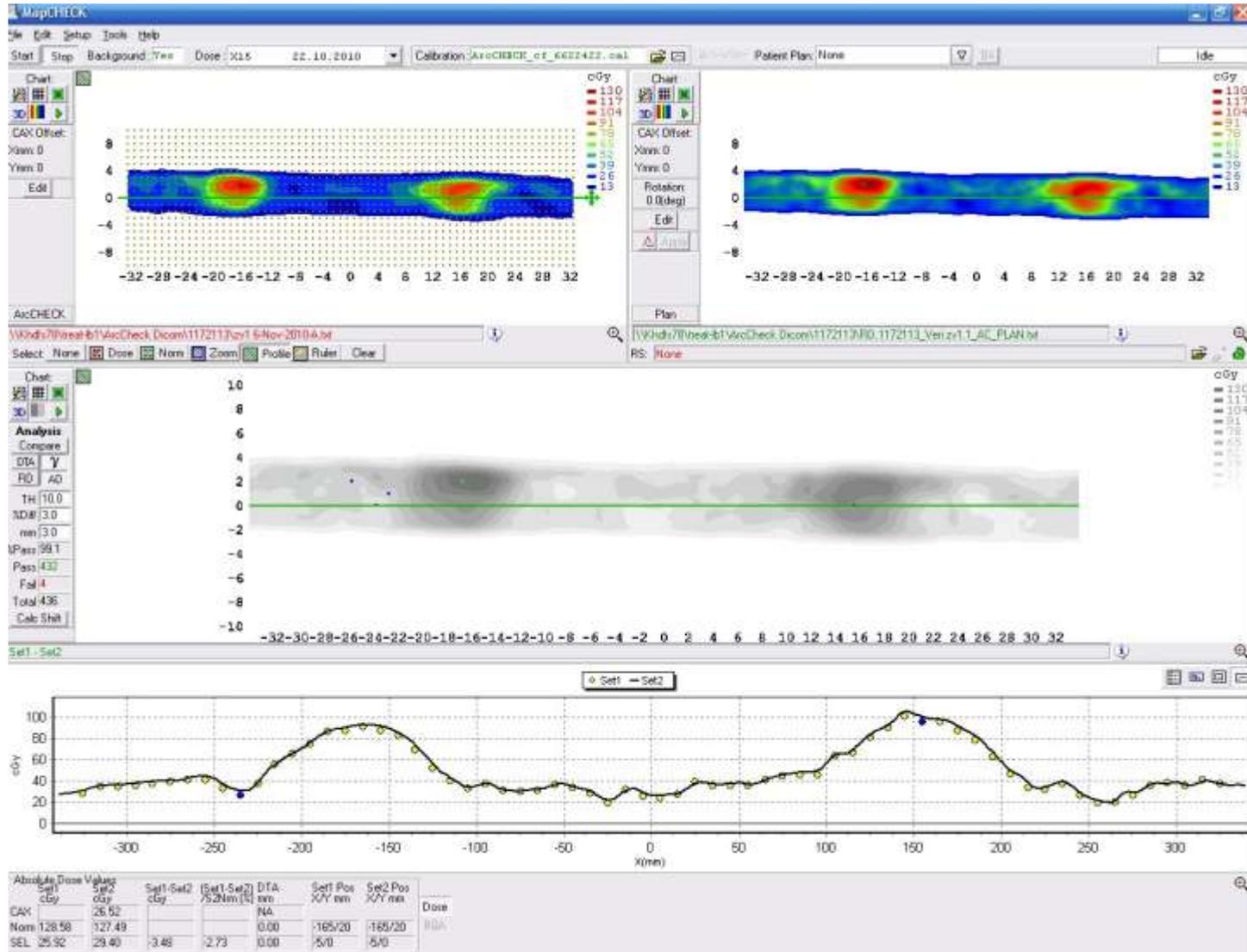
Vergleich zweimalige Applikation nach 30min auf nicht bewegtes Phantom (PR 100%)

# Verifikation



Vergleich Plan ohne/ mit 3 Unterbrechungen (Phantom nicht bewegt: PR 97,4%)

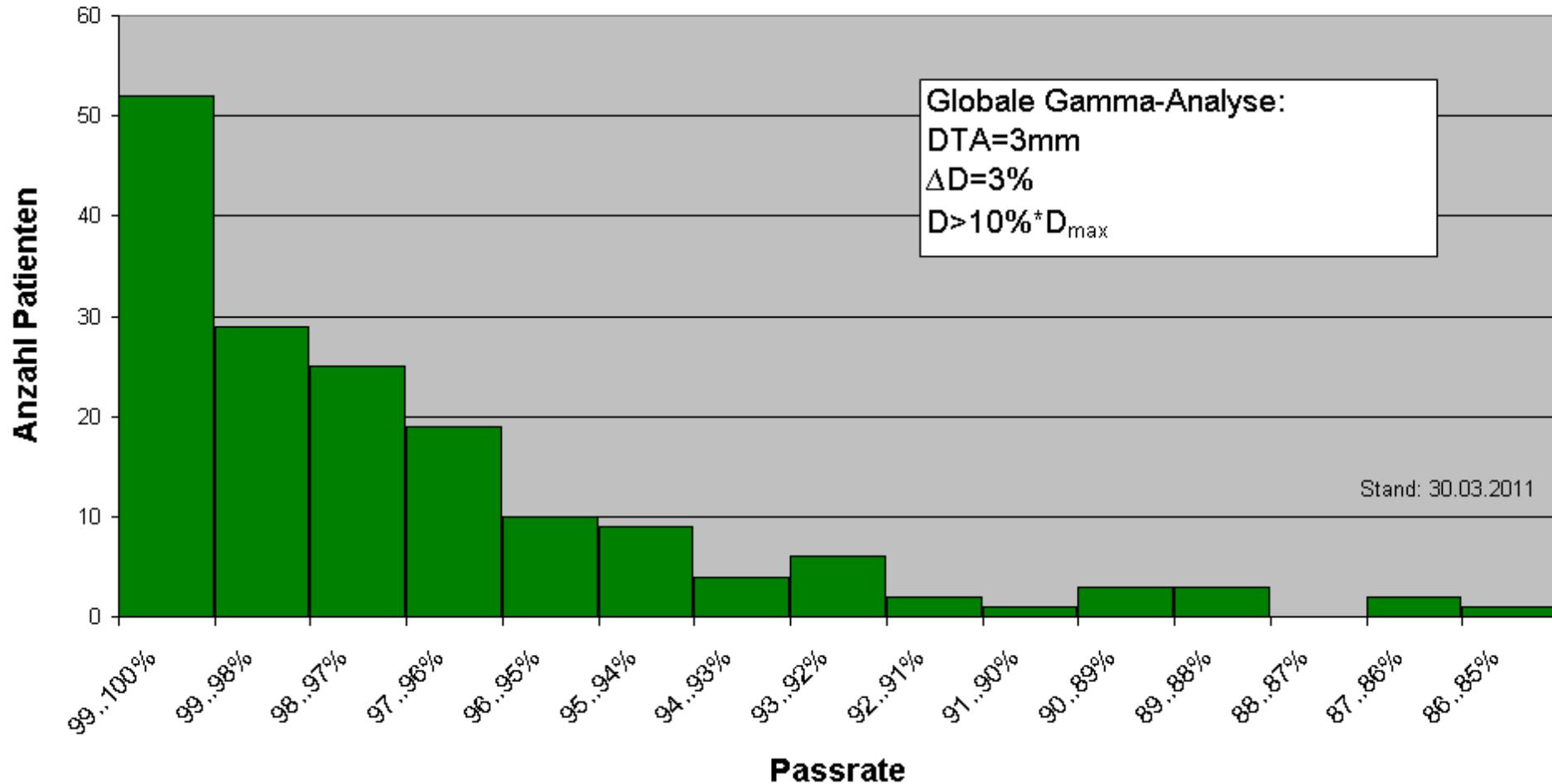
# Verifikation



Vergleich Messung gegen Berechnung Eclipse - AAA (PR 99,1%)

# Verifikation

## Auswertung der ArcCheck - Verifikationsmessungen von VMAT-Bestrahlungsplänen



# Verifikation - Schlussfolgerungen

Mehrere unabhängige Messverfahren sind optimal.

Probleme jeglicher 3D Dosimetrie:

- Spektrale Abhängigkeit des Signals
- Richtungsabhängigkeit
- Ortsauflösung
- SNR

Wie finden wir klinisch relevante Fehler?

- Messmittel
- Methodik
- Prüfkriterien

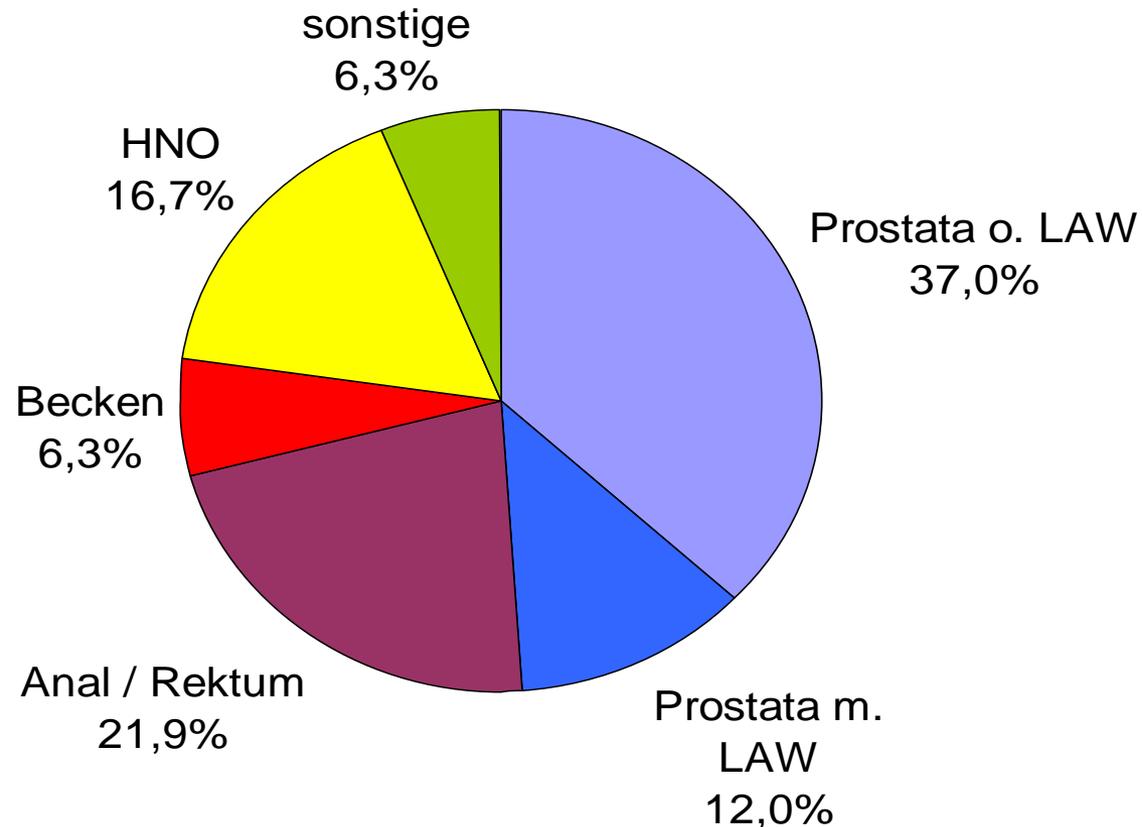
→ Projektion der Messdaten zurück in den Patienten

# VMAT – Klinische Einführung

Testmessungen 22.10. - 6.11.2010

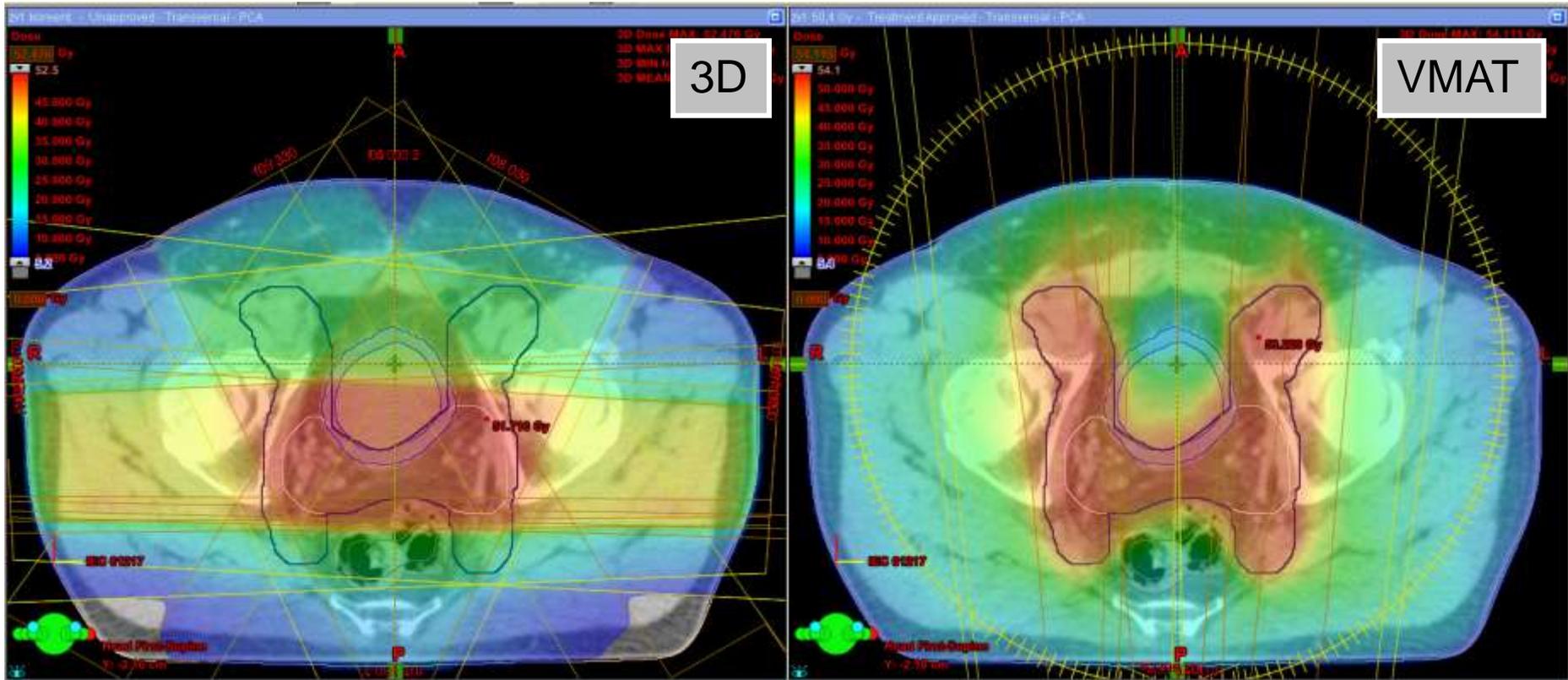
1. Patient 10.11.2010

## Prozentuale Verteilung der VMAT-Pläne (Stand: 05.04.2011)



Aktuell: 215 Pläne, 178 Patienten

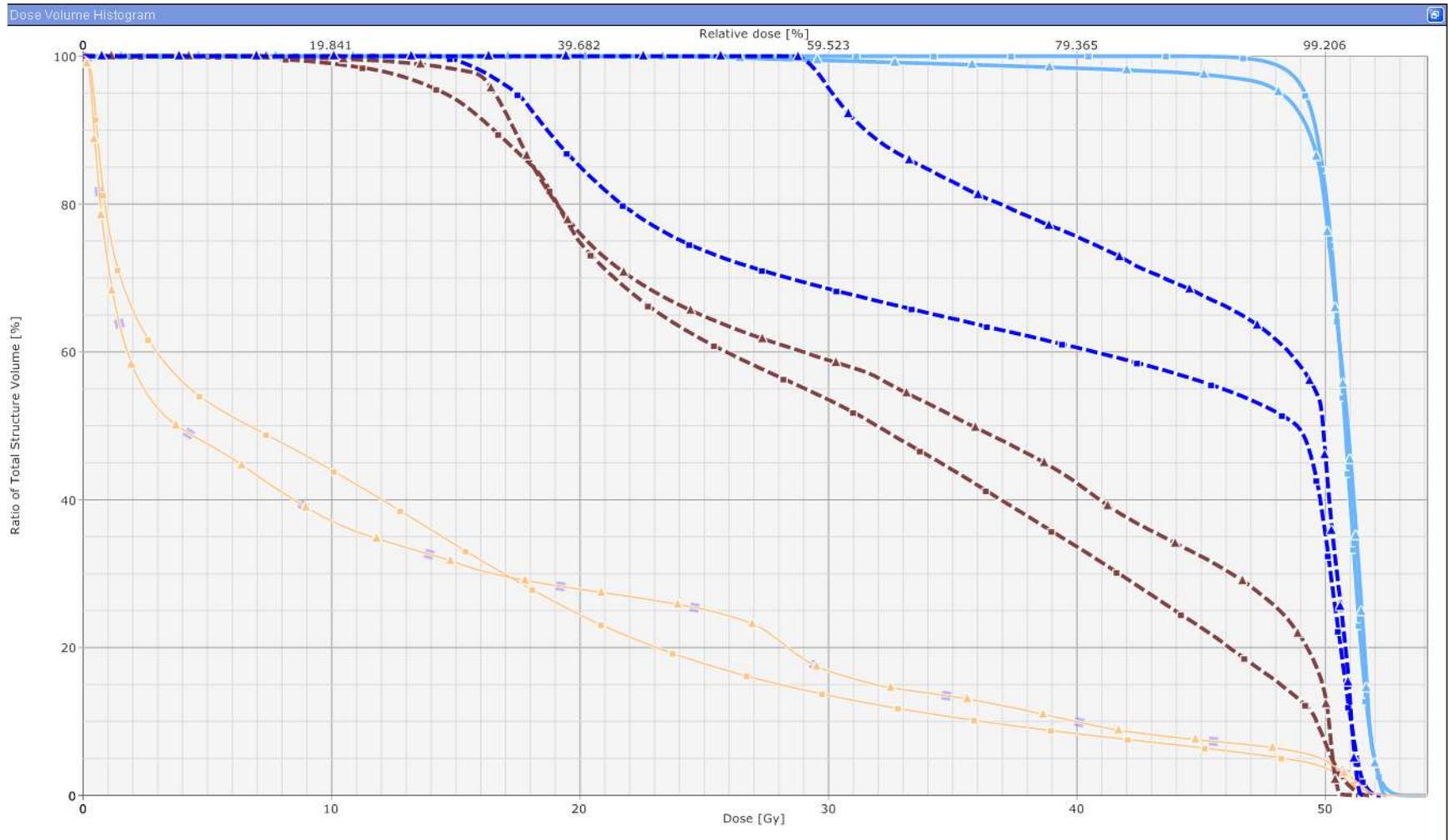
# Prostata + LAW: Vergleich 3D vs. VMAT



Prostata +LAW 50,4 Gy, Boost 66,6 Gy

PTV LAW auf Prostatahöhe bei 3D nicht adäquat erfassbar

# Prostata + LAW: Vergleich 3D vs. VMAT



Dreieck: 3D  
Quadrat: VMAT

bessere Schonung von Blasen- und Rektumwand bei gleichzeitig besserer PTV-Auslastung

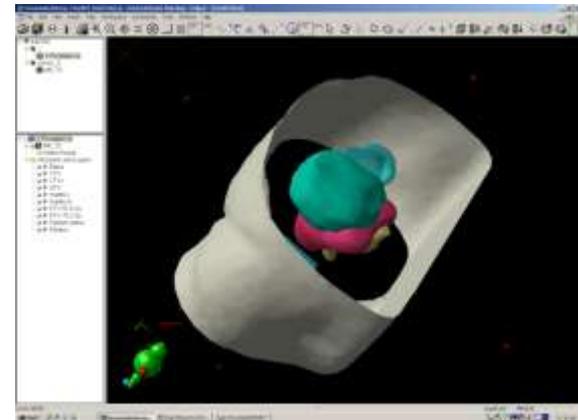
# Prostata + LAW: Vergleich 3D vs. VMAT

## VMAT:

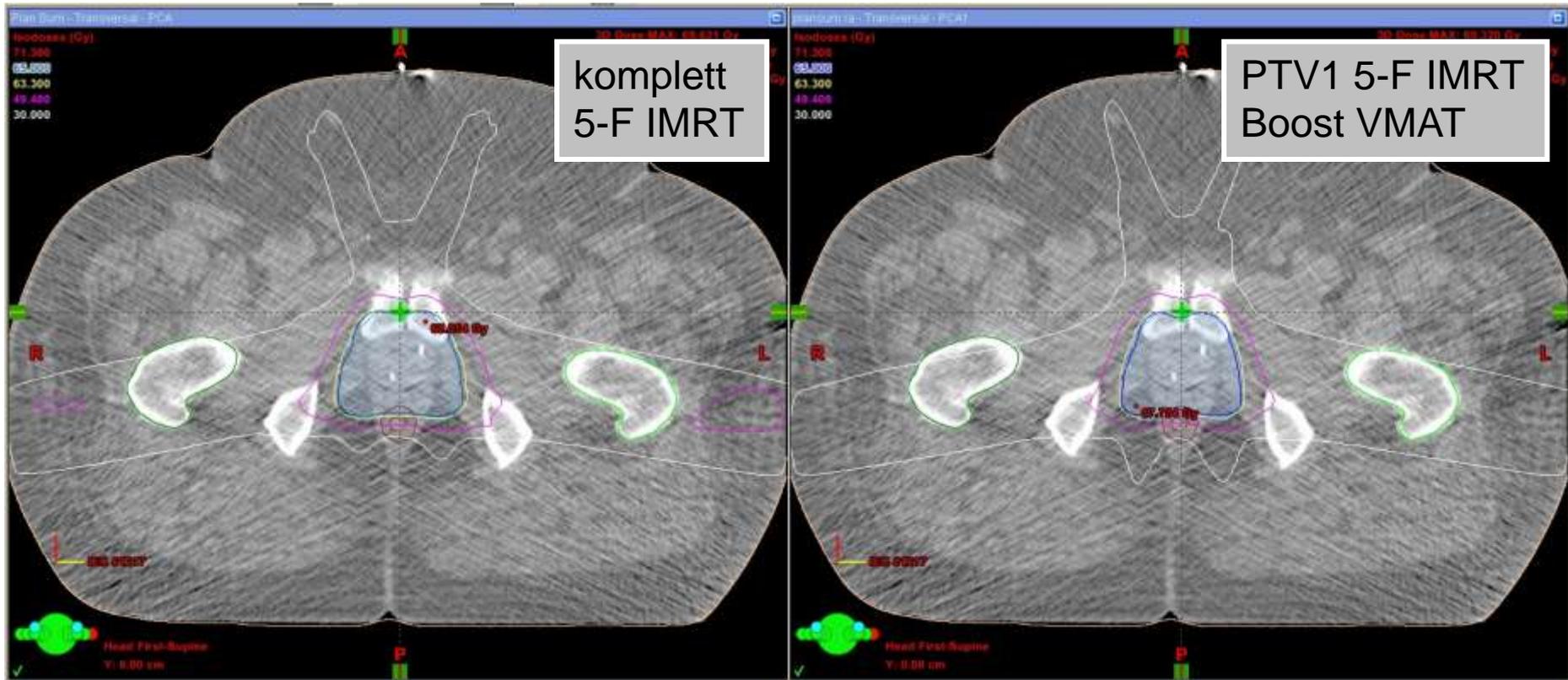
- 2 Voll-Rotationen
- 1,8 Gy = 496 MU
- ca. 3,5min

## 3D:

- 10 Felder, 12 Subfelder
- 1,8 Gy = 616 MU
- ca. 12min



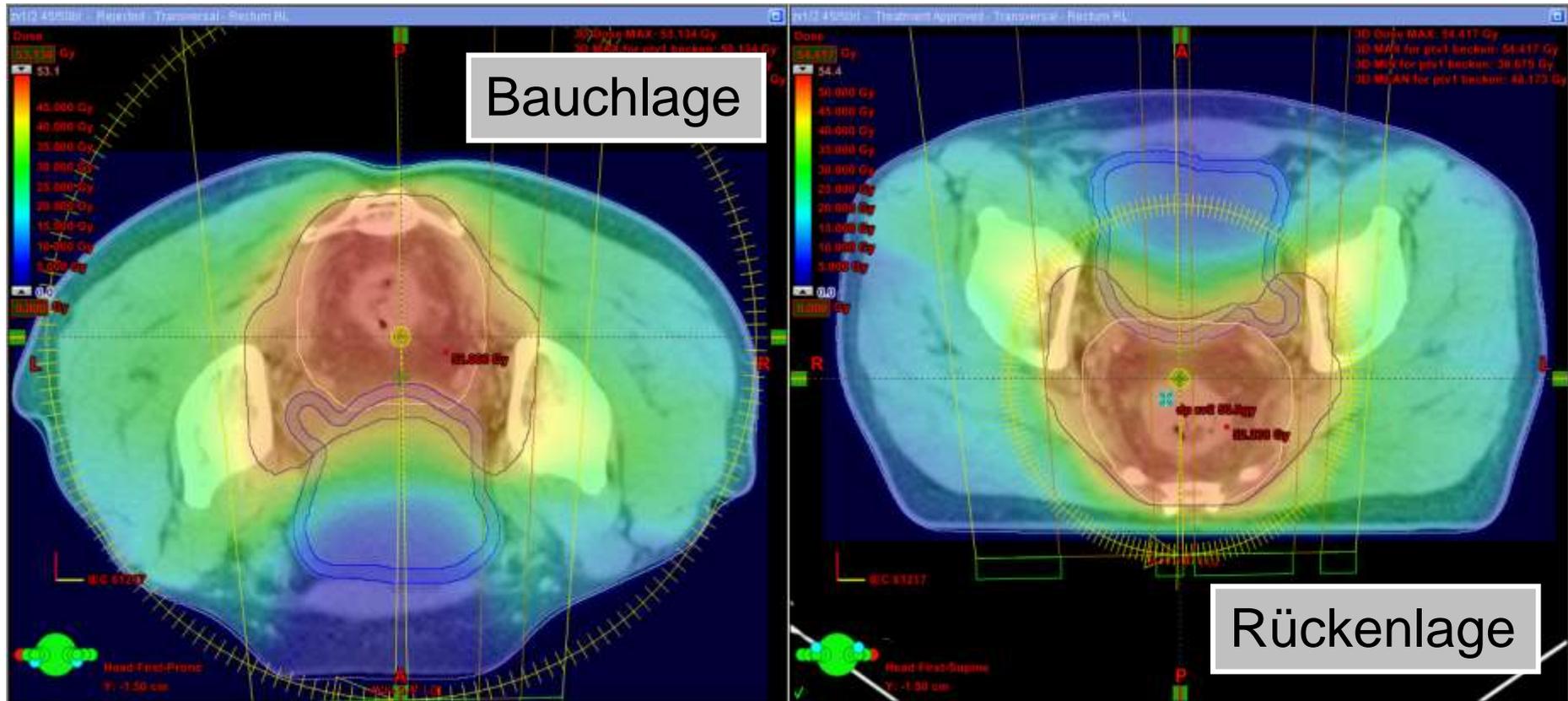
# Prostata : Vergleich IMRT vs. VMAT



Prostataloge 50,4 Gy, Boost 66,6 Gy  
sehr adipöser Patient

VMAT bei Boostplanung verhindert Hochdosisinseln im Fettgewebe

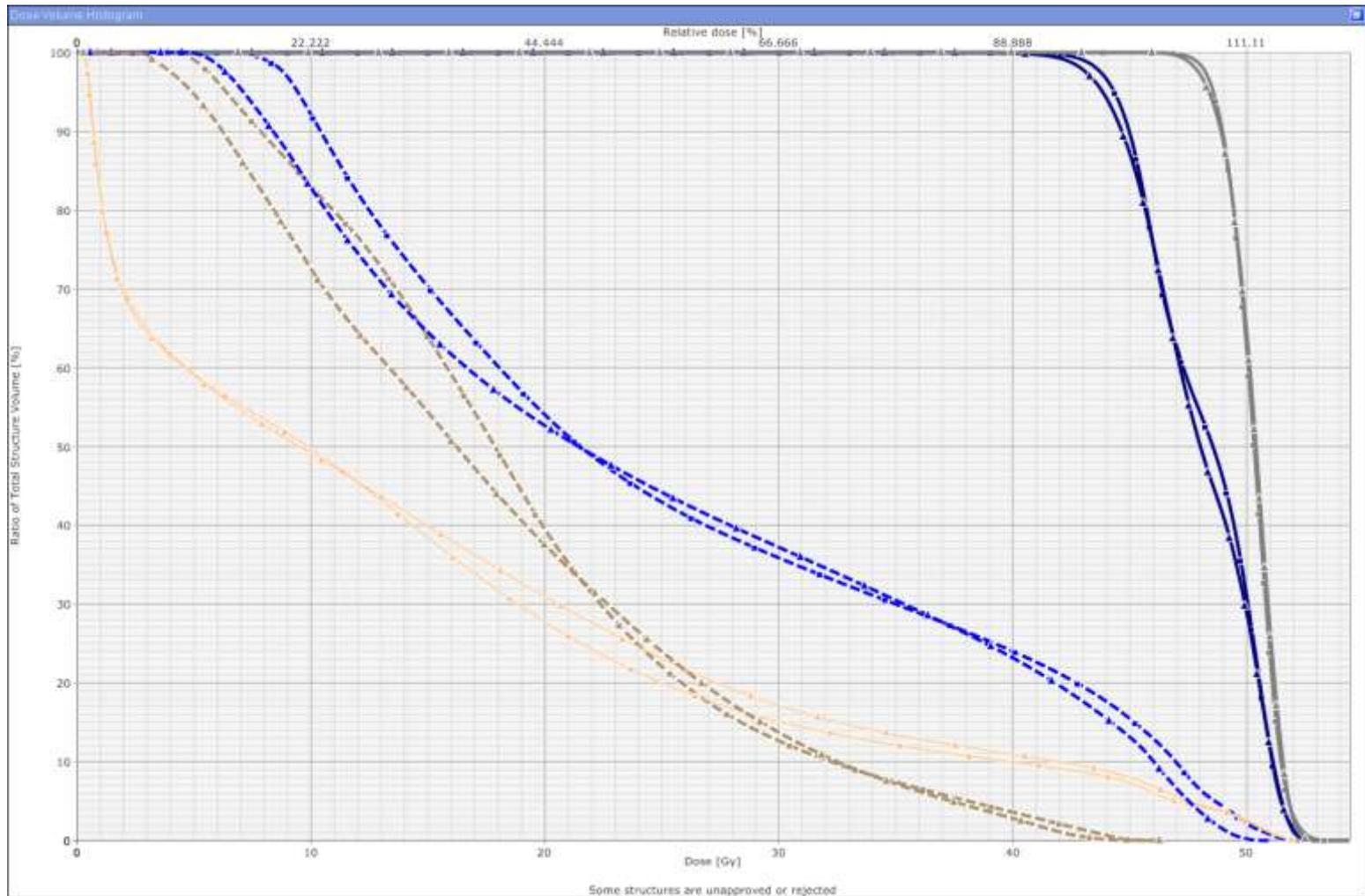
# Rektum: Vergleich Rücken- vs. Bauchlage



Patient mit Rektum-Ca., 45/50 Gy (25 Fraktionen mit SIB)

einfachere, schnellere und reproduzierbarere Lagerung bei vergleichbarer Dosisverteilung

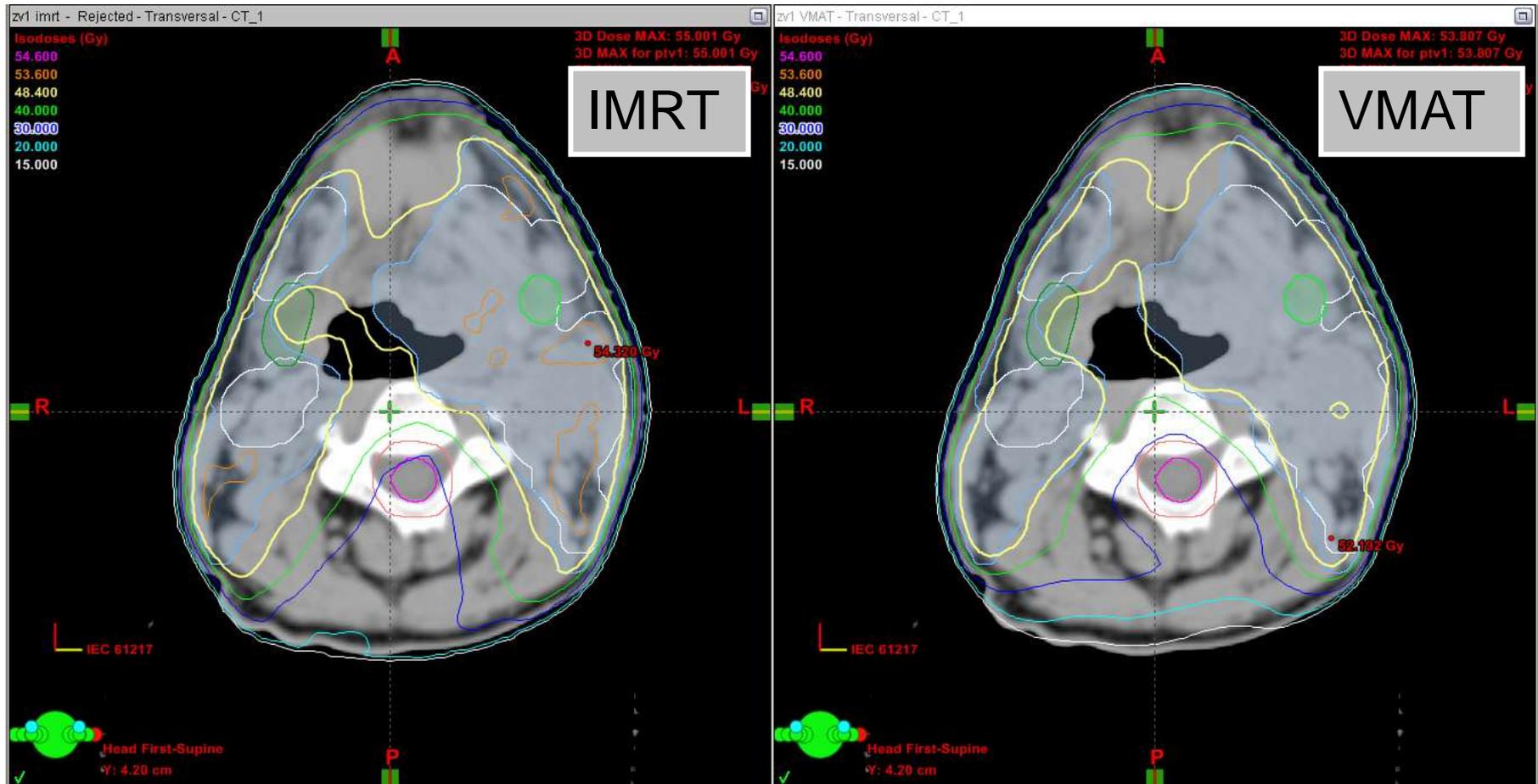
# Rektum: Vergleich Rücken- vs. Bauchlage



Dreieck: Bauchlage  
Quadrat: Rückenlage

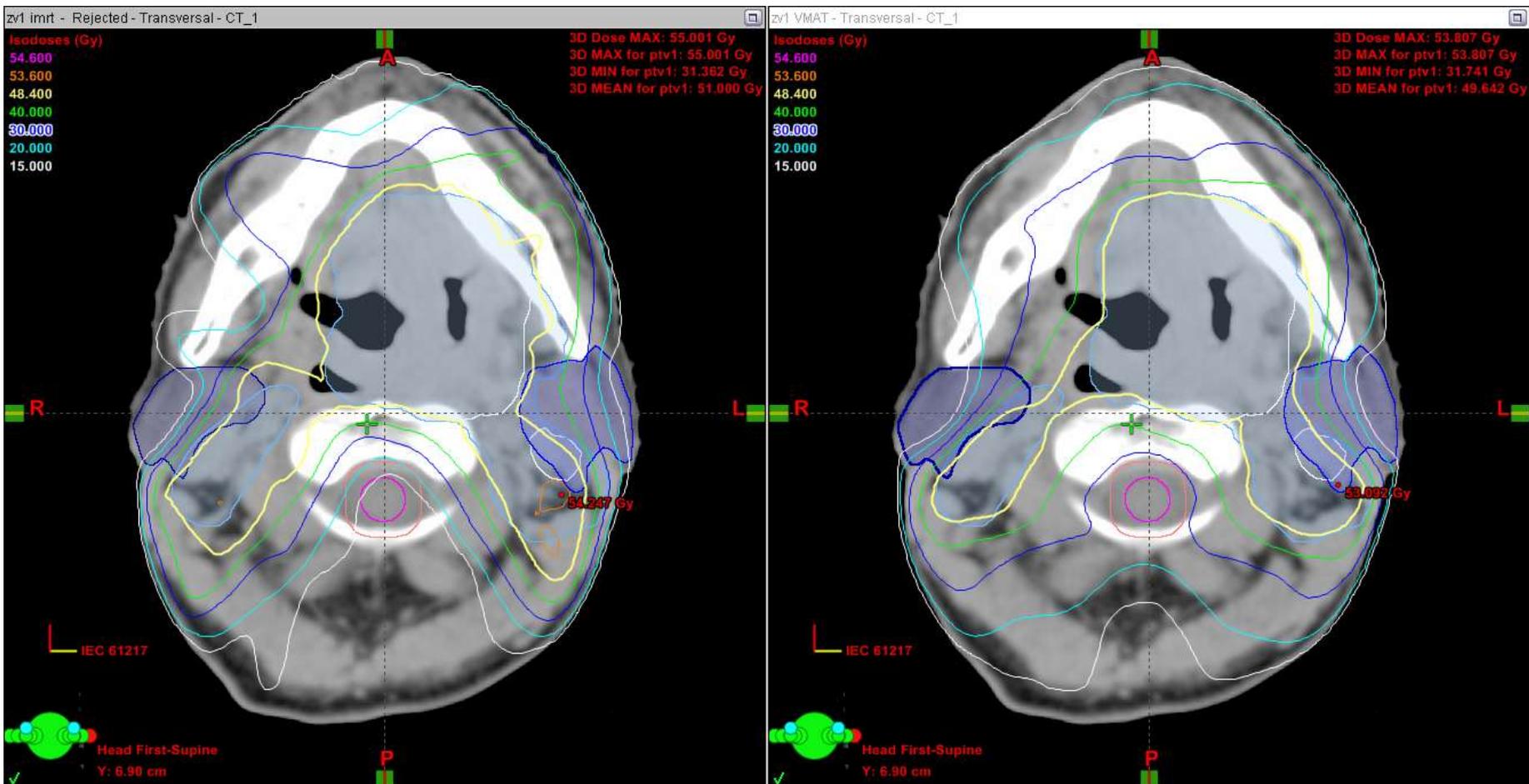
analoge Belastung von Blasenwand und  
Dünndarm bei gleicher Meandrosis im Boost-PTV

# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (1)



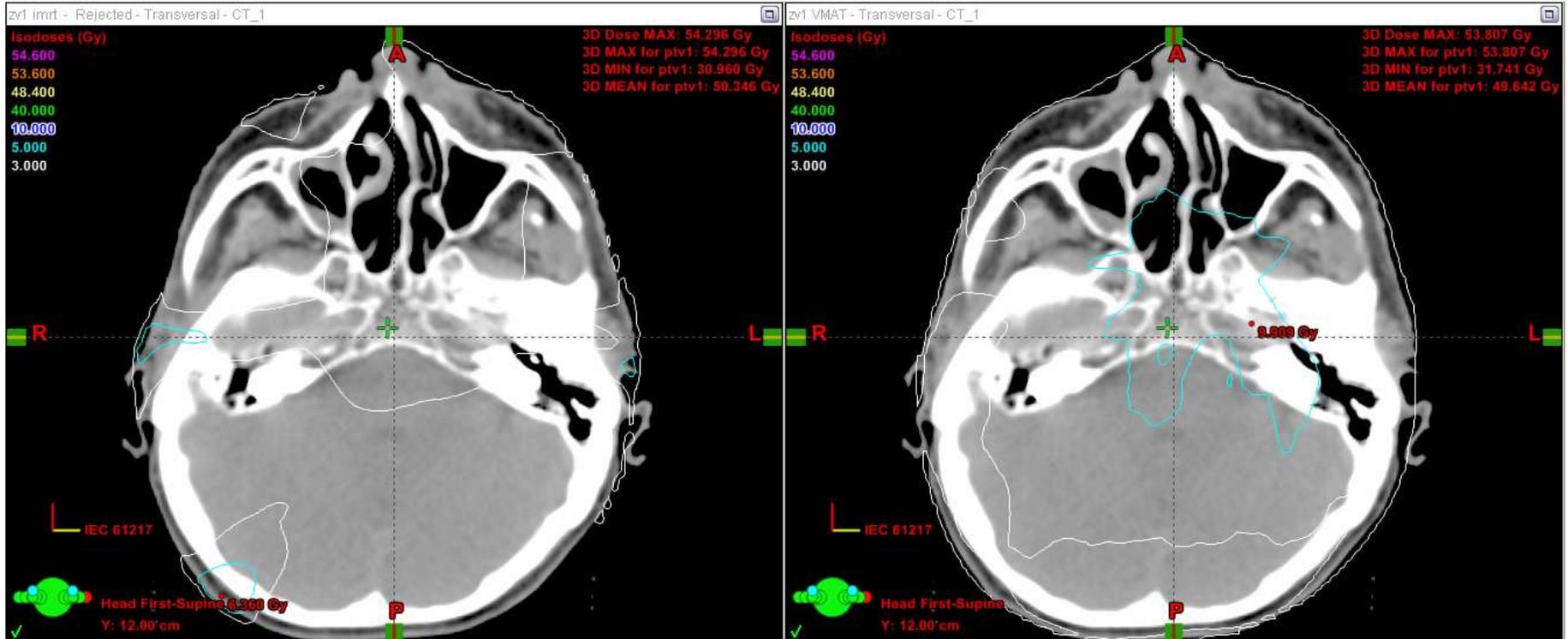
Patient mit Oropharynx-Ca., primäre RT, 51/72 Gy  
relativ komplexes PTV (Primärtumor & LK Metastasen)

# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (1)

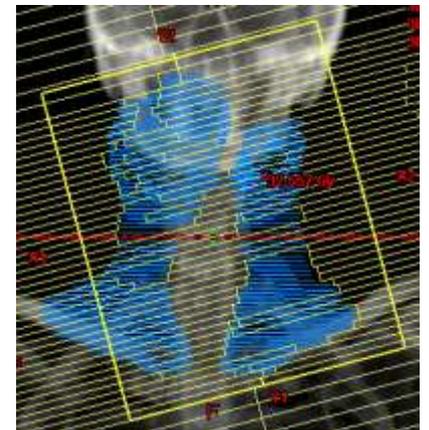


VMAT: bessere Parotis-Schonung

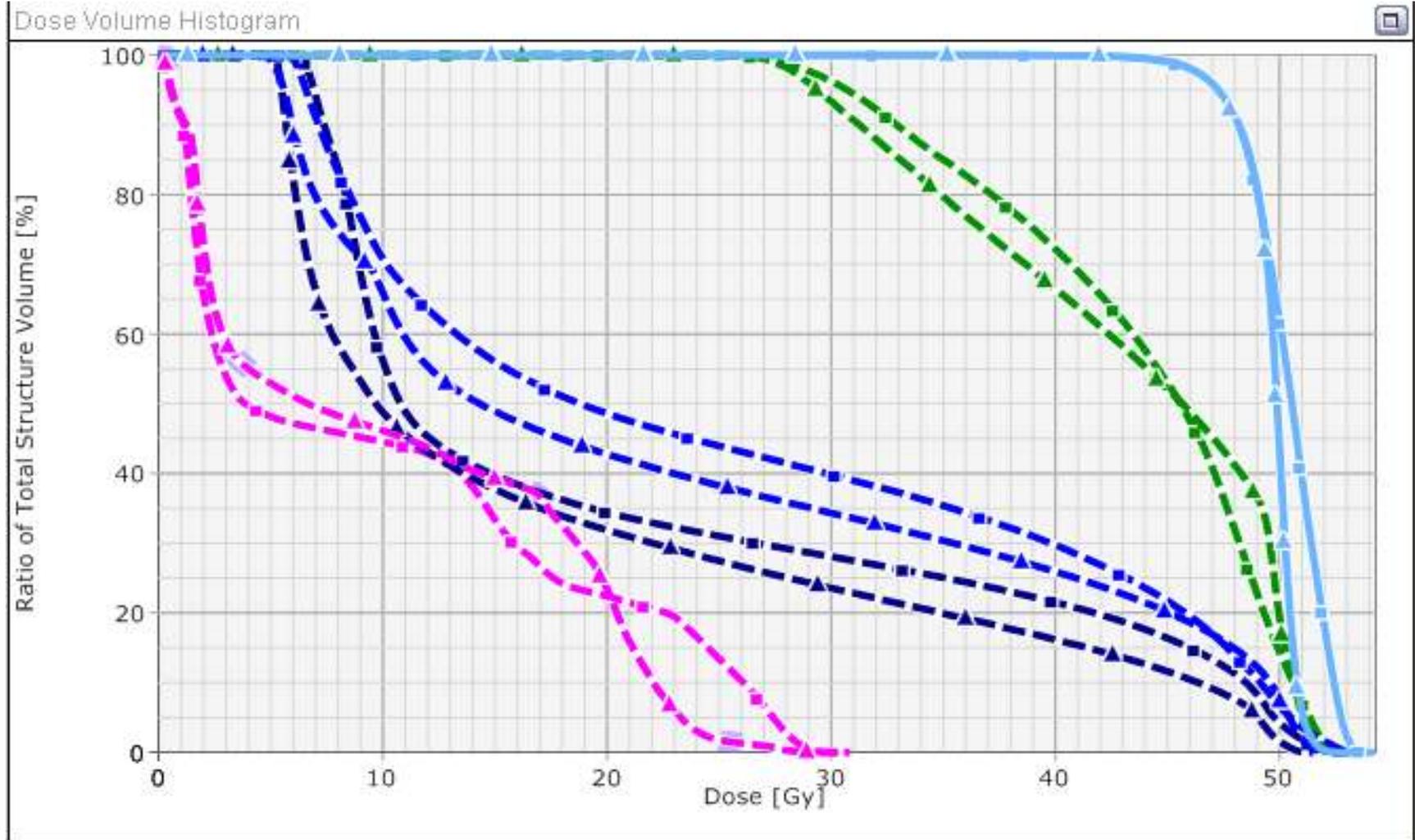
# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (1)



Aufpassen am Feldrand – (Linsen) !



# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (1)



Dreieck: VMAT  
Quadrat: IMRT

Parotiden im Mean mit VMAT etwa 1,5 Gy  
geringer belastet

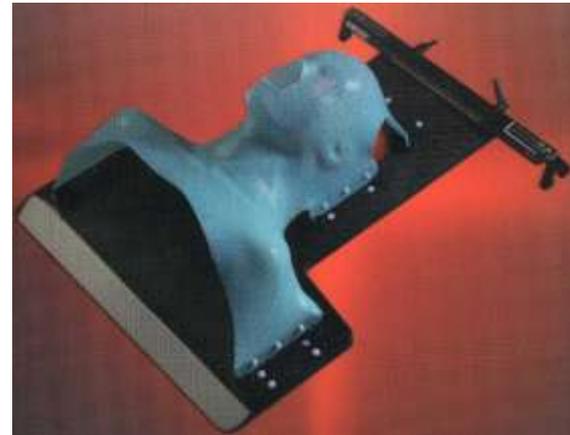
# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (1)

## VMAT:

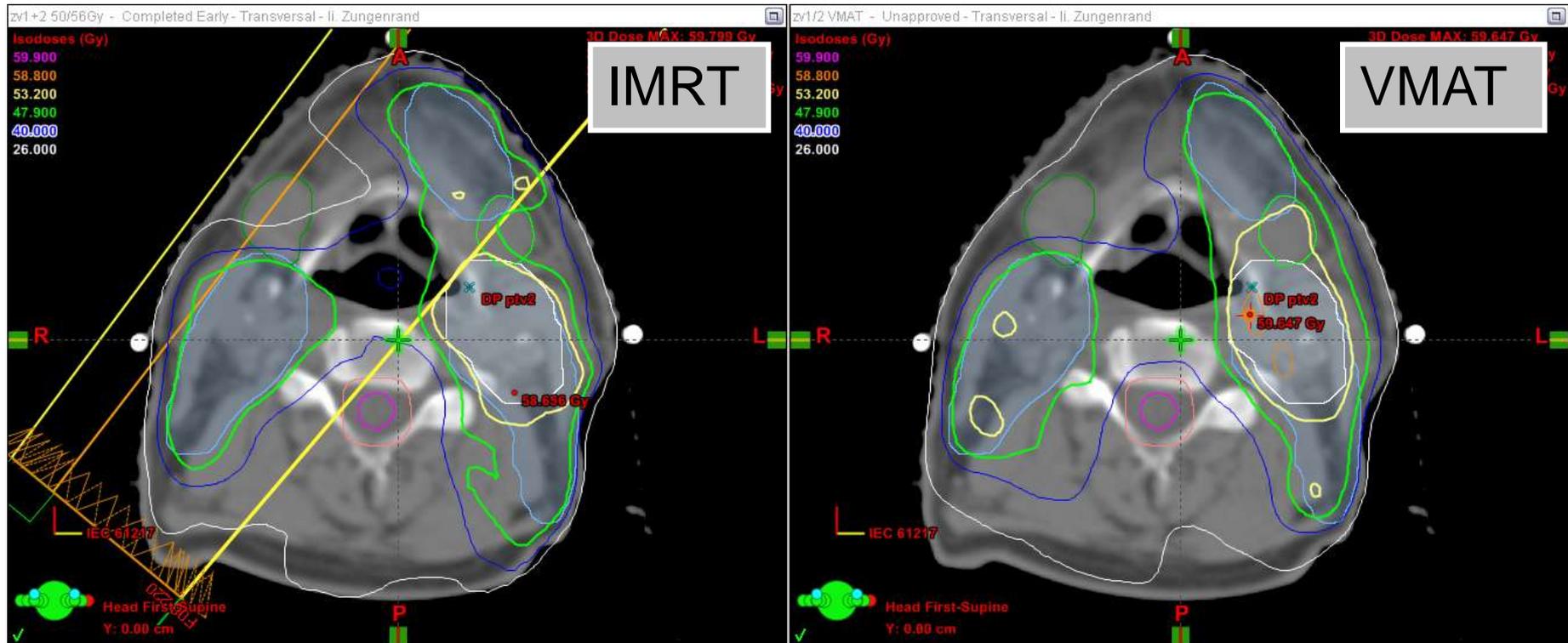
- 2 Voll-Rotationen
- 2 Gy = 513 MU
- ca. 3,5min

## IMRT:

- 8 Felder, dynamische MLC
- 2 Gy = 1081 MU
- ca. 11min



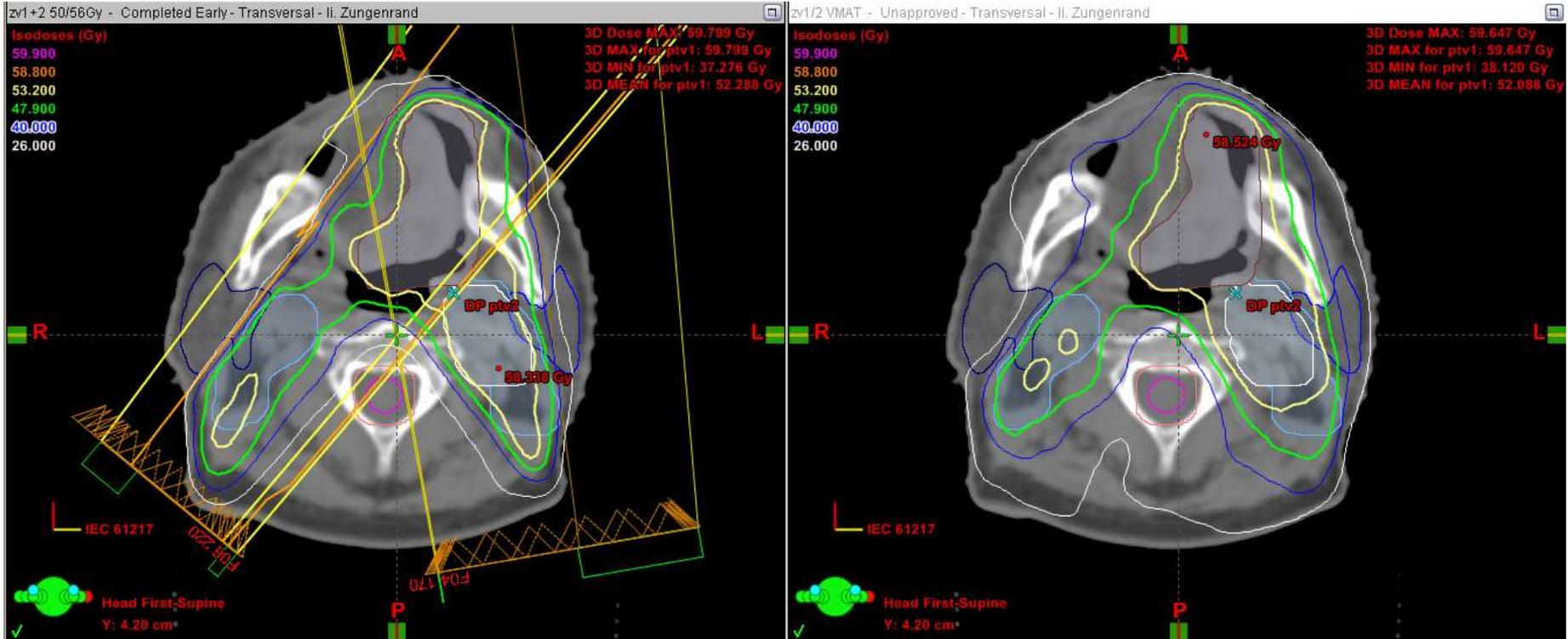
# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (2)



Patient mit Zungenrand-Ca., 50/56 Gy (SIB) / 66 Gy  
links betonter Tumorsitz

IMRT im Bereich der Submandibularis besser – Beispiel für eine optimale  
Einstrahlrichtung

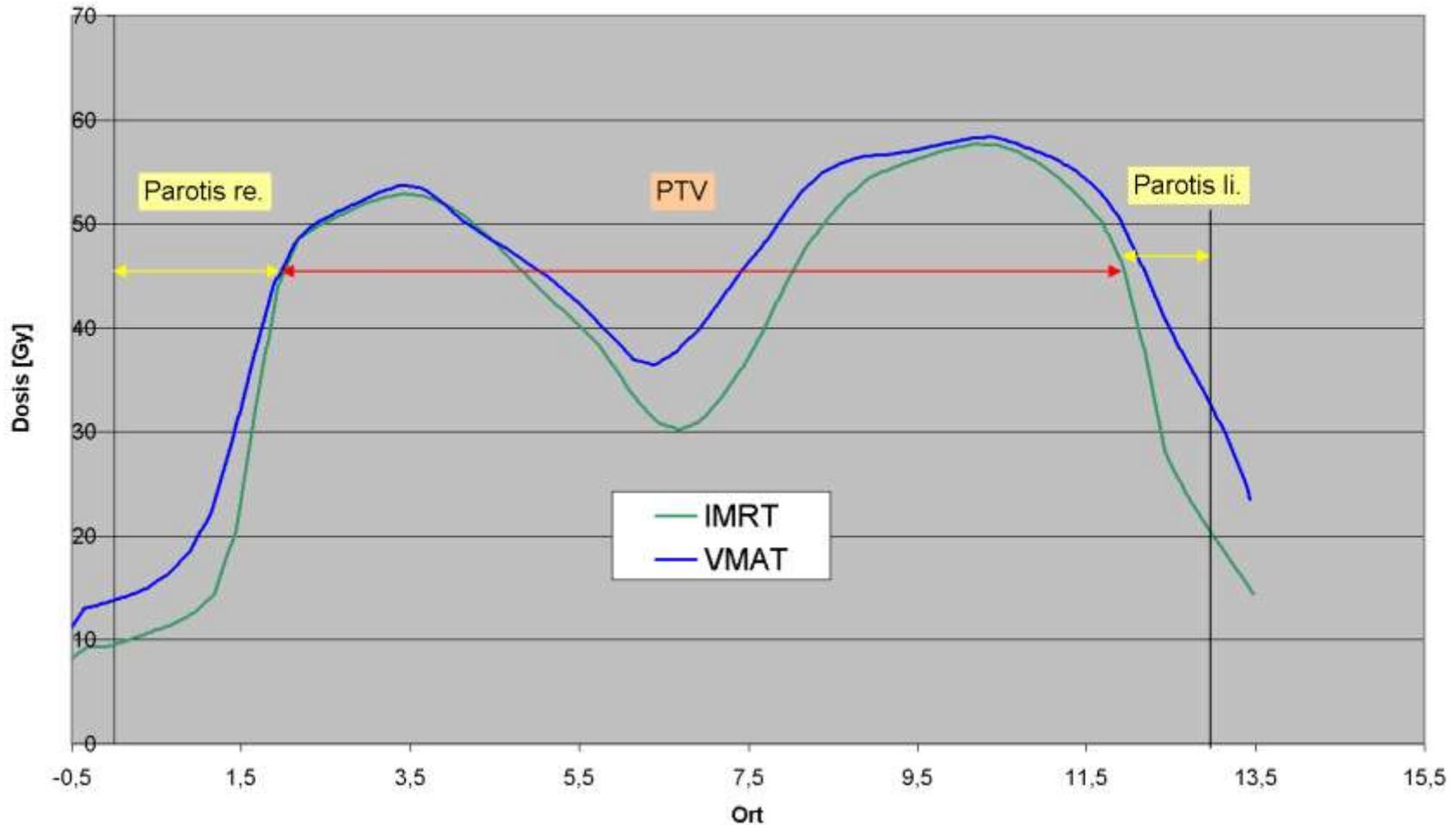
# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (2)



Gradienten mit IMRT bei günstiger Einstrahlrichtung steiler

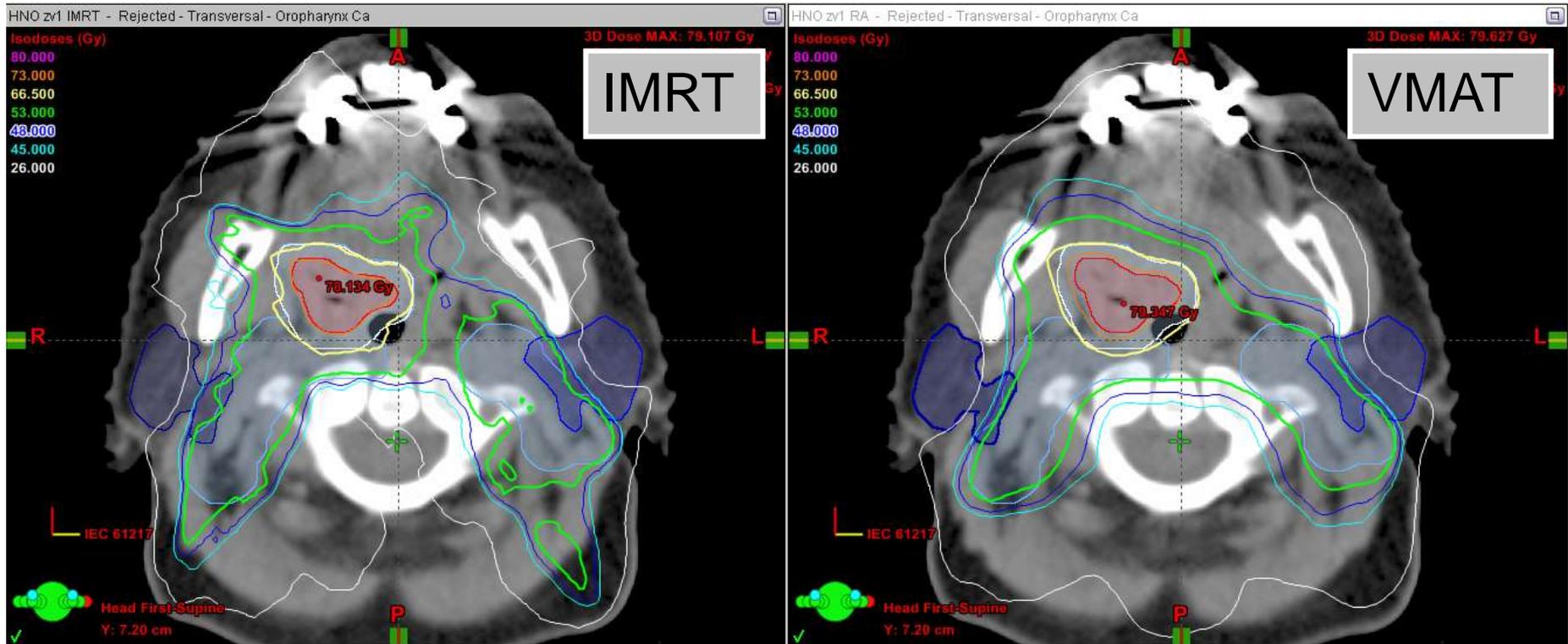
# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (2)

## Querprofil im Bereich der Parotiden



Vergleich der Gradienten

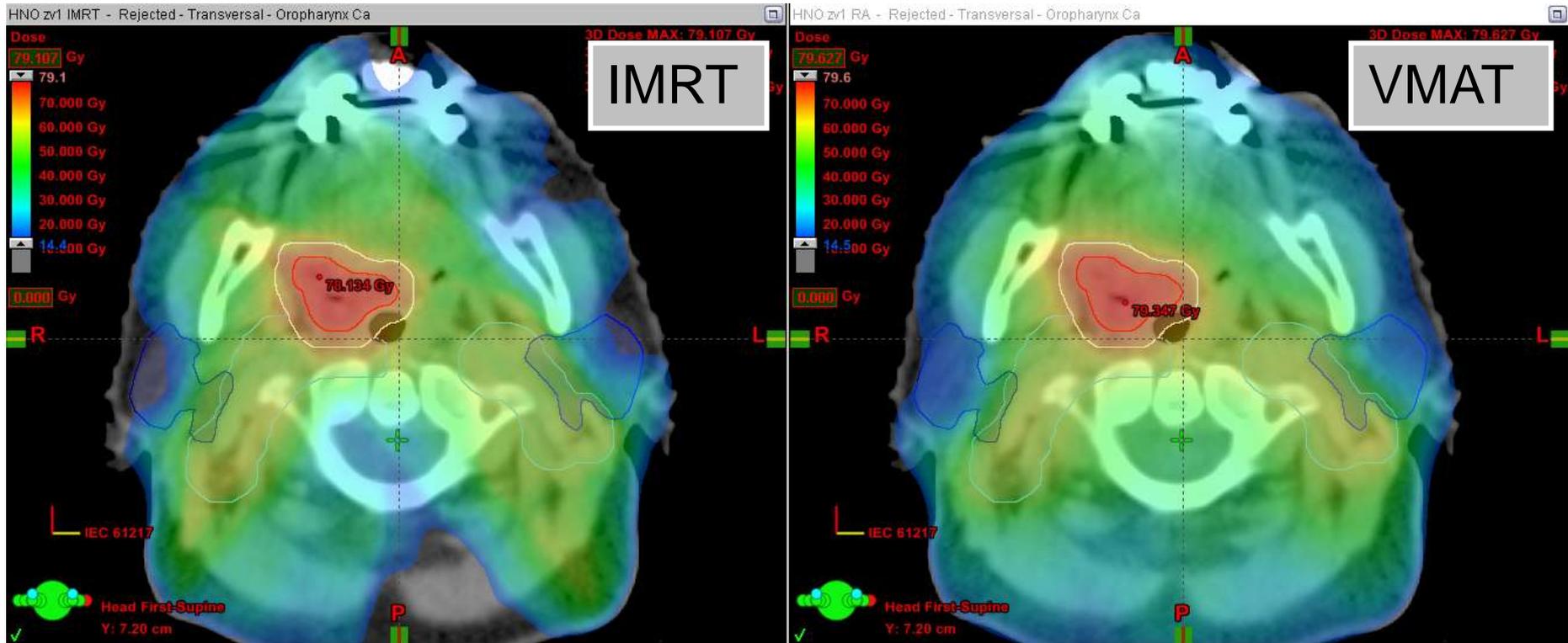
# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (3)



Patient mit Oropharynx-Ca., 56/70Gy (35 Fraktionen SIB 1,6/2,0 Gy ED)  
relativ kleiner, mittiger Primärtumor; keine LK Metastasen

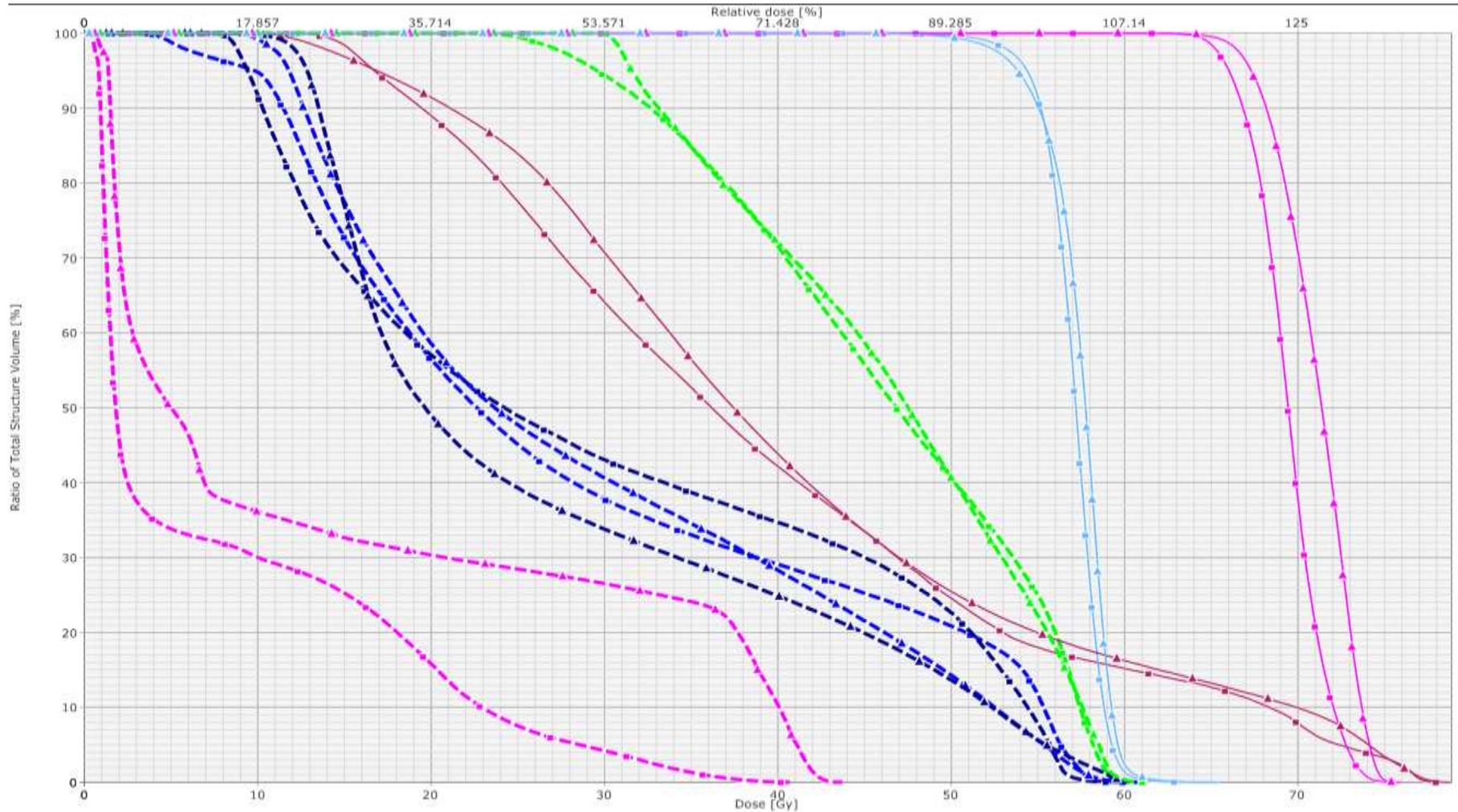
gewünscht war noch ein 77Gy Maximum im CTV Tumor...

# HNO: Vergleich IMRT vs. VMAT (3)



Dosisspitzen im Gewebe mit VMAT besser vermeidbar.

# HNO: Vergleich IMRT & VMAT (3)



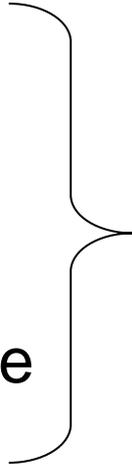
Dreieck: VMAT  
Quadrat: IMRT

Parotis rechts im Mean mit VMAT etwa 2 Gy  
besser

# 3D – IMRT – VMAT?

Jede Technik hat ihre Vor – und Nachteile:

- bewegte Targets
- verbotene Einstrahlrichtungen
- notwendige Gradienten
- Applikationszeit
- genetisches Risiko, Sekundärmalignome
- ...



Vielzahl  
von  
Faktoren

Die Entscheidung zur optimalen Technik kann nur in enger Kooperation zwischen Arzt & Physiker getroffen werden.

# Aktuelle Probleme & Ausblick

Mitte März Upgrade auf Eclipse Version 10 erfolgt

- Optimierungsalgorithmus komplett umgestaltet
- signifikant kürzere Optimierungszeiten
- mehrfache Optimierungen möglich, jeweils aufbauend auf dem Ergebnis des vorangegangenen Durchlaufs
- Möglichkeit der Nutzung der Portal Dosimetry auch für VMAT-Pläne

# Zusammenfassung

- VMAT ist machbar!
- VMAT (IMRT / IGRT) betrifft das gesamte Team.
- Die korrekte Konturierung wird immer bedeutender.

Die Kriterien bestimmen die Dosisverteilung, nicht die angewandte Technik.