

VMAT – Planung bei Prostata-Karzinom: Erste Erfahrungen mit FFF-Beschleunigerdaten

Marius Treutwein



Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT)

- Relativ neue Bestrahlungstechnik
- Rotation der Gantry mit gleichzeitiger Variation
 - des MLC
 - der Dosisleistung
 - der Rotationsgeschwindigkeit



Flatness Filter Free Linac (FFF)

- Kein Ausgleichfilter
- Unausgeglichene Profile
 - Dosisausgleich über IMRT- bzw. VMAT-Technik
- Höhere Dosisleistung
 - Varian TrueBeam™
6MV: 600 → 1400 MU/min
 - Elekta Synergy®
6MV: 500 → 1000 MU/min

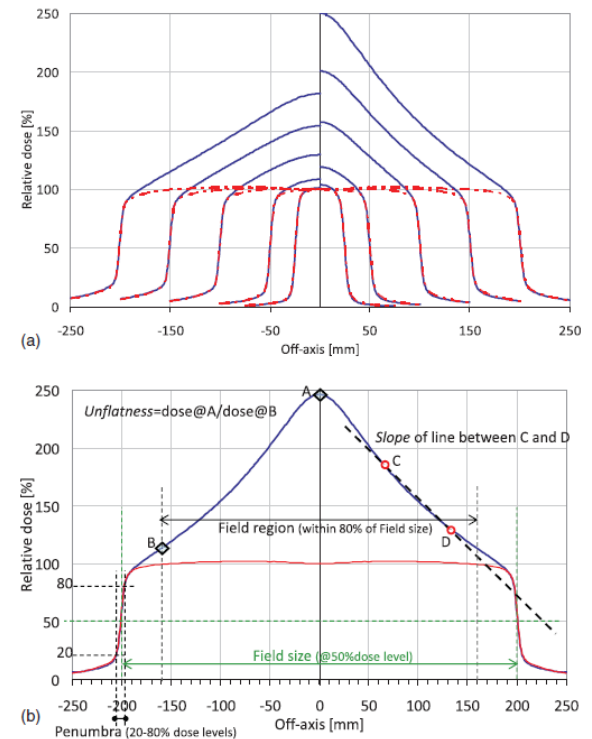


FIG. 1. (a) Profiles of 6 and 10 MV FFF (solid line) and FF (dashed line), SSD = 90 cm, $d = 10$ cm, for different field sizes. (b) Schematic description of some of the beam parameters: field region, field size, penumbra, unflatness, and slope. Point A: central axis; point B: off-axis at 80% of the field size (edge of field region); point C: off-axis at 1/3 of the field size; and point D: off-axis at 2/3 of the field size.

Ausstattung des UKR für VMAT-Therapie

- Linac Synergy[®] S der Firma Elekta mit Beam Modulator[™]
- Künftig: 2 Linacs Synergy[®] mit Agility[™] Kopf
- Planungssystem Oncentra[®] der Firma Elekta mit Optimizer-Modul für IMRT und VMAT, Version 4.1



Abb. UKR

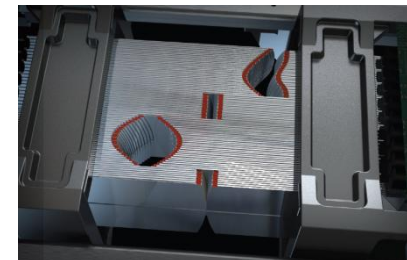


Abb. Fa. Elekta



Patientenlagerung

- Rückenlage
- Blue-BAG™, Body-FIX®



VMAT bei Prostata-Karzinom mit Ausgleichsfilter (FF)

- Gleich gute oder bessere Dosisverteilung als mit IMRT
- Deutlich kürzere Fraktionszeiten
 - IMRT: ca. 7 min
 - VMAT: 2 – 4 min (Single – Dual arc)

doi:10.1186/1748-717X-7-108

Treutwein et al.: Searching standard parameters for volumetric modulated arc therapy (VMAT) of prostate cancer. Radiation Oncology 2012 7:108.

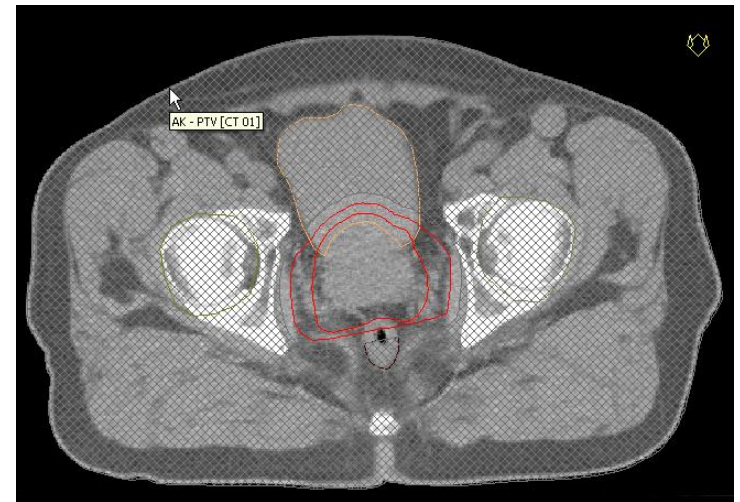


Hilfsstrukturen zur Planoptimierung

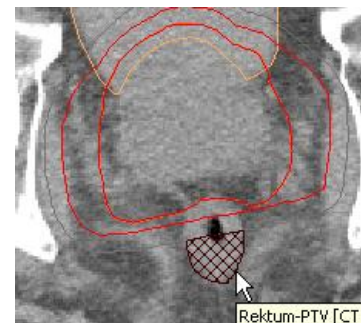
- PTV minus CTV
 $PTV - CTV$



- Außenkontur minus PTV
mit Margin
 $OL - PTV_m$



- Rektum minus PTV mit
Margin
 $R - PTV_m$



Parameter des Planungssystems Oncentra für die Optimierung I

- Dosis-Volumen-Parameter
 - Dose-Volume-Objectives
 - Dose-Volume-Constraints: absolute Grenzwerte, für VMAT nicht verwendbar

Table 1 Dose volume objectives used for the optimization

<i>ROI</i>	<i>Type</i>	<i>Dose Level (Gy)</i>	<i>Volume (%)</i>	<i>Weight</i>
PTV-CTV	Minimum Dose	59.4	100	3,000
PTV-CTV	Maximum Dose	71.0	0	3,000
CTV	Minimum Dose	71.0	100	3,000
CTV	Maximum Dose	74.2	0	3,000
Urinary Bladder	Maximum Dose Volume	50	50	1,000
Rectum	Maximum Dose	74.2	0	1,000
Rectum	Maximum Dose Volume	70	20	1,000
Rectum	Maximum Dose Volume	50	60	1,000
R-PTVm	Maximum Dose	50	0	1,000
Left and right femoral head	Maximum Dose Volume	50	50	300
OL-PTVm	Maximum Dose	56	0	3,000
OL-PTVm	Maximum Dose Volume	45	5	3,000

Dose volume objectives and their weights used in the objective function during the optimization process.

doi:10.1186/1748-717X-7-108

Treutwein et al.: Searching standard parameters for volumetric modulated arc therapy (VMAT) of prostate cancer. Radiation Oncology 2012 7:108.



Parameter des Planungssystems Oncentra für die Optimierung II

- Technische Parameter
 - Maximum Delivery Time
 - z.B. 60s150s
 - Single / Dual Arc
 - Gantry Spacing
 - z.B. 2°6°
 - Start- und Stopwinkel
 - 182°-178°
 - Rotationsrichtung
 - CW, CCW



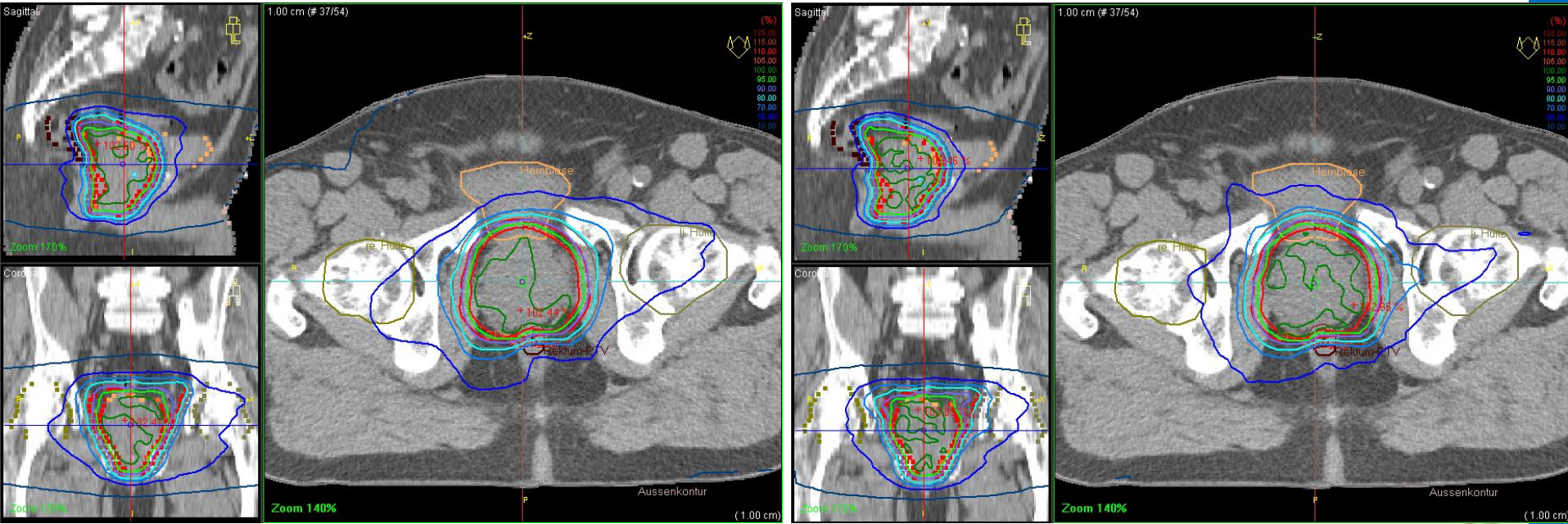
Planung

- 10 Patienten mit lokalisiertem Prostatakarzinom
- Jeweils ein VMAT-Plan FF und FFF
 - Je Synergy S mit Beam Modulator
 - Simultan integrierter Boost
CTV 72,6 Gy, PTV_{min} 59,4 Gy
 - Normierung auf 72,6 Gy
 - Neues DVO „Surrounding Dose Falloff“¹ aus Kontinuitätsgründen nicht verwendet.
 - Gantryrot. 182° → 178°

¹ Treutwein, Marius; Hipp, Matthias; Kölbl, Oliver; Dobler, Barbara (2011): Ein neuer Typ von Dose-Volume-Objectives bei der VMAT-Planung von Patienten mit Prostatakarzinom: Surrounding Dose Fall-Off. In: Dietmar Georg (Hg.): 2011 - Medizinische Physik - Abstracts. 3. Ländertagung der ÖGMP, DGMP und SGSMP Wien, 28.09.-01.10.2011. ÖGMP, DGMP, SGSMP. Wien, S. 126–127.



Ergebnisse: Isodosen



FF

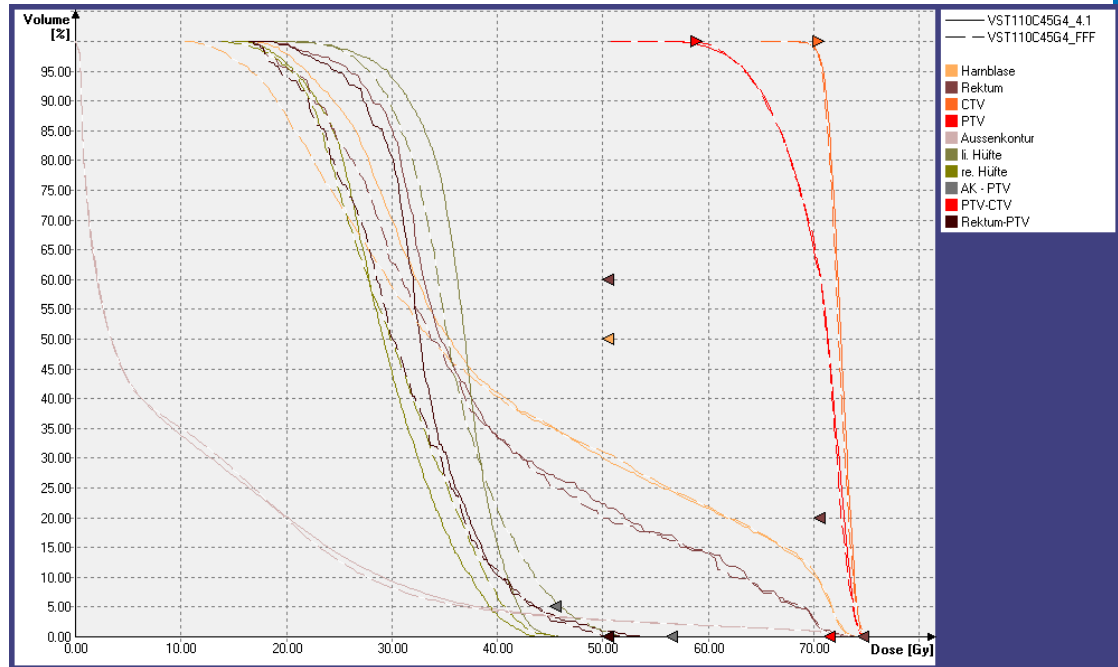
FFF



Ergebnisse

Gesamtes Rektum, Harnblase, Hüftköpfe

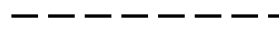
Die Dose-Volume-Objectives wurden bei allen Plänen eingehalten.



Typisches DVH eines Plans



FF



FFF



Ergebnisse CTV und PTV

Mittelwerte

	$D_{95}^{\text{CTV}} (\%)$	$D_5^{\text{CTV}} (\%)$	$D_{\text{MW}}^{\text{CTV}} (\%)$	$H^{\text{CTV}} (\%)$	$D_{\text{min}}^{\text{PTV}} (\%)$
FF	97,12	101,83	99,57	4,7	59,41
FFF	97,10	101,98	99,62	4,9	59,27

$$H = (D_5^{\text{CTV}} - D_{95}^{\text{CTV}}) / D_{\text{MW}}^{\text{CTV}}$$



Ergebnisse MU

Mittelwerte und Standardabweichung

- FF: $555,6 \pm 71,3$
- FFF: $610,0 \pm 79,3$

Signifikante Differenz im gepaarten T-Test



Diskussion

- Vergleichbare Ergebnisse bei der Dosisverteilung
- 10 % mehr MU bei FFF gegenüber FF
- Aufgrund der höheren Dosisleistung ist mit FFF trotzdem eine Bestrahlungszeitverkürzung zu erwarten
⇒ Vorteil bei intrafraktioneller Organbewegung



Danke

für Ihre Aufmerksamkeit

- Acknowledgement

Thanks to Kees Visscher and the Radiotherapeutic Institute Friesland Leeuwarden, The Netherlands for the beam data of their FFF linac.



Literatur

References

1. Fogliata, A.; Garcia, R.; Knöös, T.; Nicolini, G.; Clivio, A.; Vanetti, E. et al. (2012): Definition of parameters for quality assurance of flattening filter free (FFF) photon beams in radiation therapy. In: *Med. Phys.* 39 (10), S. 6455.
2. Otto, Karl (2008): Volumetric modulated arc therapy: IMRT in a single gantry arc. In: *Med Phys* 35 (1), S. 310-317.
3. Treutwein, Marius; Hipp, Matthias; Koelbl, Oliver; Dobler, Barbara (2012): Searching standard parameters for volumetric modulated arc therapy (VMAT) of prostate cancer. In: *Radiat Oncol* 7 (1), S. 108.
4. Treutwein, Marius; Hipp, Matthias; Kölbl, Oliver; Dobler, Barbara (2011): Ein neuer Typ von Dose-Volume-Objectives bei der VMAT-Planung von Patienten mit Prostatakarzinom: Surrounding Dose Fall-Off. In: Dietmar Georg (Hg.): 2011 - Medizinische Physik - Abstracts. 3. Ländertagung der ÖGMP, DGMP und SGSMP Wien, 28.09.-01.10.2011. ÖGMP, DGMP, SGSMP. Wien, S. 126–127.

