

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

**Pro: Argumente und Evidenz  
für Homogenität im Zielvolumen**

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz  
für Homogenität im Zielvolumen



Hirnmetastasen - State of the Art

30. September 2022

F. Röhner 2 Dr. F.Röhner, PhD MD (Leitung Medizinphysik)  
Fred.Roehner@UKBonn.de

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

---

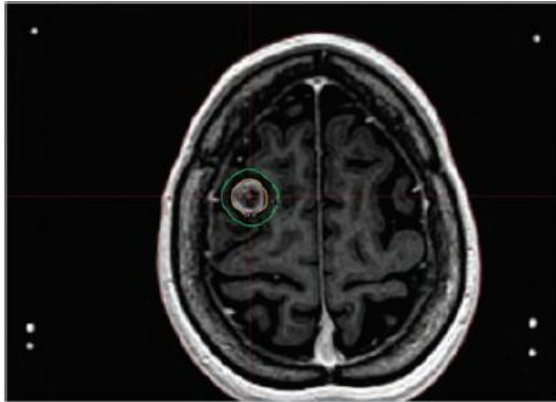
### 45.12 ACCURACY AND ISODOSE PRESCRIPTION

The overall accuracy achievable with a linac-based radiosurgery system should be between 1 mm and 2 mm if sufficient emphasis is placed on the importance of quality assurance (Hartmann et al. 1994). However, localisation of the target volume often remains the greatest uncertainty, and it is important to view accuracy of SRT and RS in its full clinical perspective. Assessing the accuracy of a given system involves consideration of the cumulative effect of small (typically 0.5 mm to 1 mm) errors, which generally require a safety margin around the lesion of between 2 mm and 3 mm. Often with such treatments, a variable PTV margin is required with some compromise needed close to sensitive organs. This PTV is then covered by the *prescribed* isodose surface, commonly between 80 and 95% of the central dose. If multiple isocentres are used with arcing circular beams, dose uniformity is sacrificed to achieve more conformal target coverage. In this case, the prescribed isodose may be 50% of the maximum *hot spots* in the overlapping regions of adjacent spherical dose distributions, which correspond to multiple isocentre setups. Dose-volume statistics and radiobiological considerations may need to be applied to the PTV and organs-at-risk to evaluate the best plan. Ideally, single-isocentre treatments should be normalised and prescribed to 100% at the isocentre, ensuring that the required minimum encompasses the PTV.

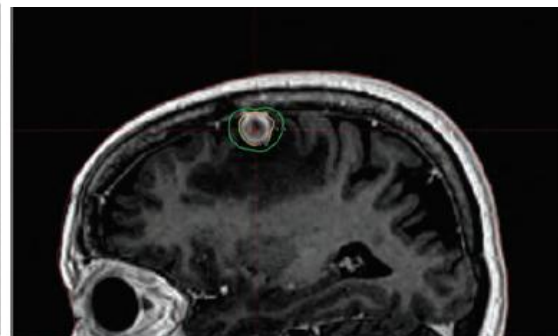
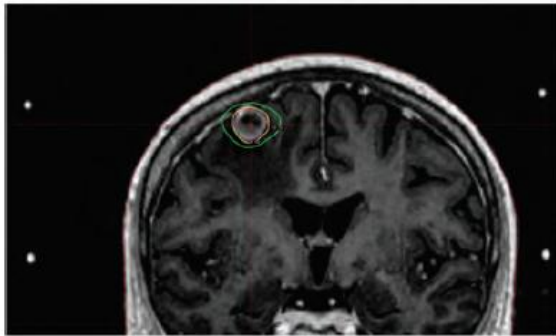
[Mayles 2007]

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen - Brain Metastasis



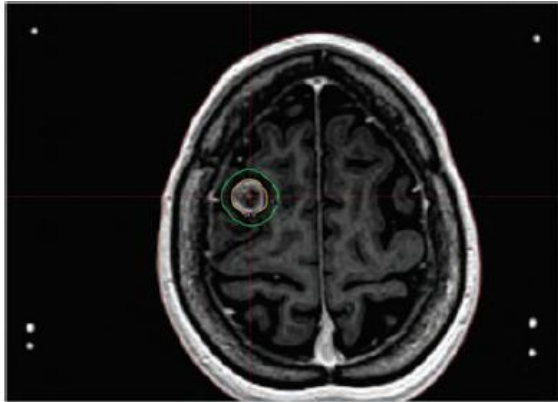
**Figure A.7.**  
24 Gy (prescription) and 12 Gy isodoses are indicated in yellow and green lines, respectively. GTV = 1.12 cm<sup>3</sup>.



[ICRU 91]

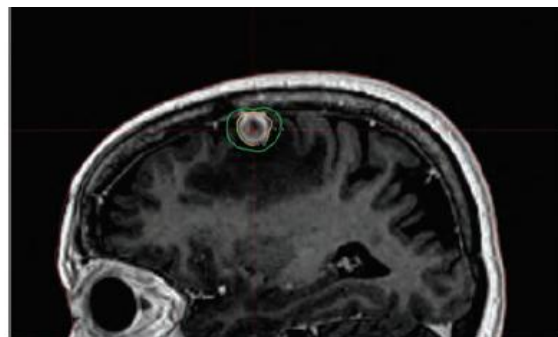
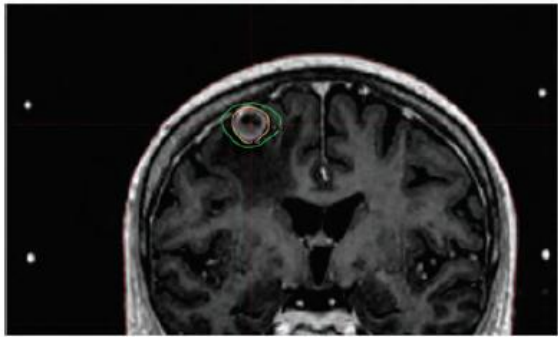
# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen



**Figure A.7.**

24 Gy (prescription) and 12 Gy isodoses are indicated in yellow and green lines, respectively. GTV = 1.12 cm<sup>3</sup>.



### **A.6.7 Prescription**

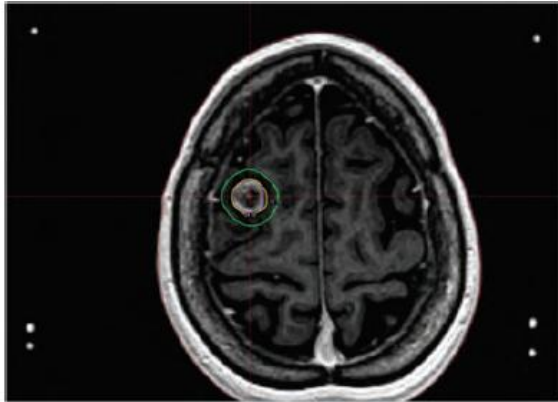
The GTV was treated with a dose of 24Gy at the periphery of the volume in **one fraction** and the dose was **prescribed to 50%** of maximum dose (Fig. A.7).

**„max.Dose“ ⇒ 48Gy ?**

[ICRU 91]

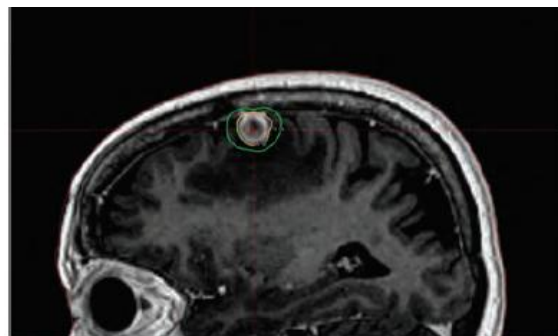
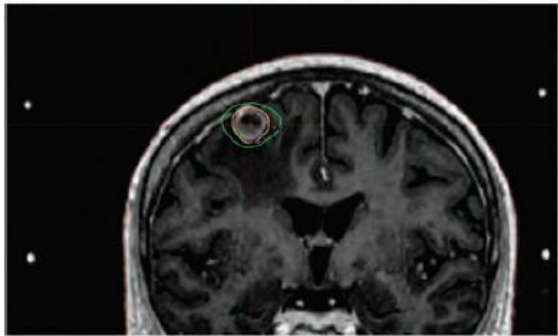
# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen



**Figure A.7.**

24 Gy (prescription) and 12 Gy isodoses are indicated in yellow and green lines, respectively. GTV = 1.12 cm<sup>3</sup>.



### A.6.7 Prescription

The GTV was treated with a dose of 24Gy at the periphery of the volume in **one fraction** and the dose was **prescribed to 50%** of maximum dose (Fig. A.7).

**„max.Dose“ ⇒ 48Gy ?**

### A.6.10 Dose Reporting

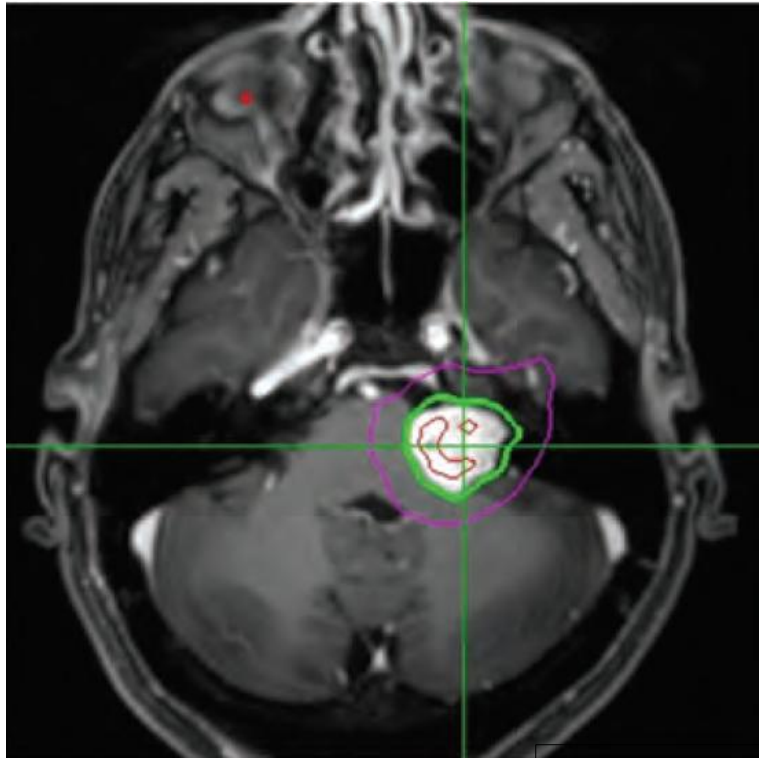
The **median** absorbed dose to the **GTV** ( $D_{50\%}$ ) was **31.2Gy**, the near minimum dose  $D_{98\%}$  was **24.0Gy** and the near maximum dose  $D_{2\%}$  was **44.7Gy**. The volume  $V_{12Gy}$  (brain) = 2.9 cm<sup>3</sup>

[ICRU 91]



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen - Acoustic Neuroma



### **A.7.5 Planning Aims and DVH Constraints**

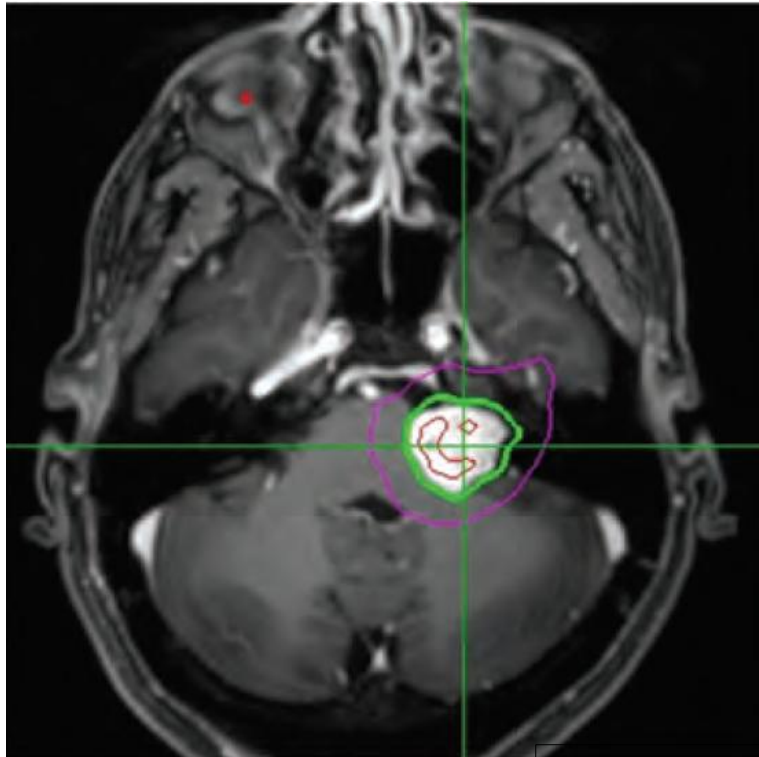
... The volume of brainstem receiving more than 18Gy was minimized (as was the maximum dose to the brainstem). Improved gradient and cochlear sparing was achieved while allowing greater dose inhomogeneity within the target.

**Figure A.8.** Dose distribution for the treatment of an acoustic neuroma (green: 18Gy prescription, red: 21Gy, pink: 9Gy). GTV = 4.58 cm<sup>3</sup>.

[ICRU 91]

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen



### **A.7.5 Planning Aims and DVH Constraints**

... The volume of brainstem receiving more than 18Gy was minimized (as was the maximum dose to the brainstem). Improved gradient and cochlear sparing was achieved while allowing greater dose inhomogeneity within the target.

### **A.7.7 Prescription**

**18Gy** in 3 fractions on non-consecutive days specified to the **83% isodose surface**.

**„max.Dose“ ⇒ 21.7Gy ( 120.5%)**

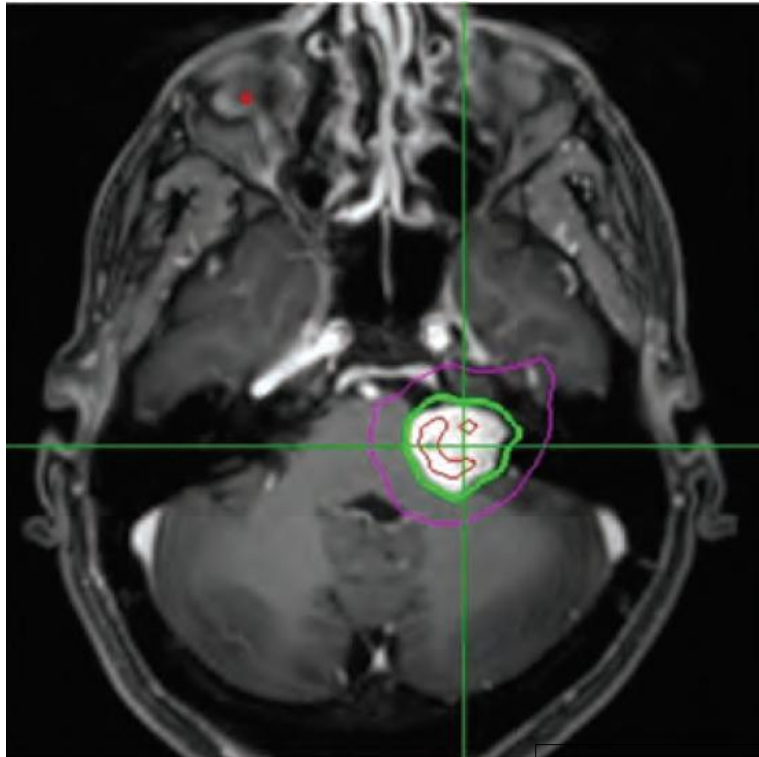
**Figure A.8.** Dose distribution for the treatment of an acoustic neuroma (green: 18Gy prescription, red: 21Gy, pink: 9Gy). GTV = 4.58 cm<sup>3</sup>.

[ICRU 91]



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen



### A.7.5 Planning Aims and DVH Constraints

... The volume of brainstem receiving more than 18Gy was minimized (as was the maximum dose to the brainstem). Improved gradient and cochlear sparing was achieved while allowing greater dose inhomogeneity within the target.

### A.7.7 Prescription

**18Gy** in 3 fractions on non-consecutive days specified to the **83% isodose surface**.

„max.Dose“  $\Rightarrow$  **21.7Gy (120.5%)**

### A.7.10 Dose Reporting

The GTV volume was **4.29cm<sup>3</sup>**. The **median** absorbed dose to the GTV ( $D_{50\%}$ ) was **20.4Gy**, the SRT near minimum dose for a volume of 100mm<sup>3</sup> was **18.5Gy** and the SRT **near maximum dose** for a volume of 100mm<sup>3</sup> was **20.6Gy**. The near minimum dose  $D_{98\%}$  was **18.4Gy** and the near maximum dose  $D_{2\%}$ , was **20.7Gy**.

The conformity index (CI) was 1.4. The gradient index (GI) was 4.7.

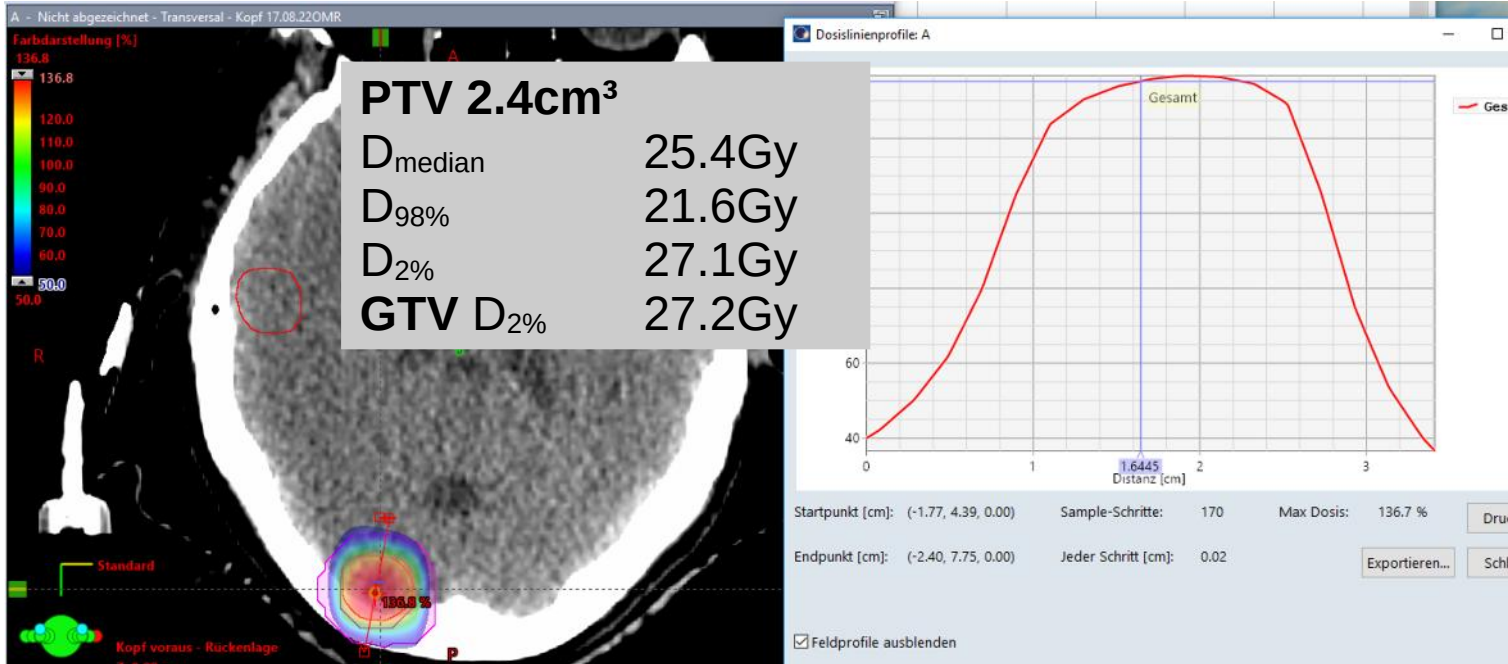
**Figure A.8.** Dose distribution for the treatment of an acoustic neuroma (green: 18Gy prescription, red: 21Gy, pink: 9Gy). GTV = 4.58 cm<sup>3</sup>.

[ICRU 91]

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

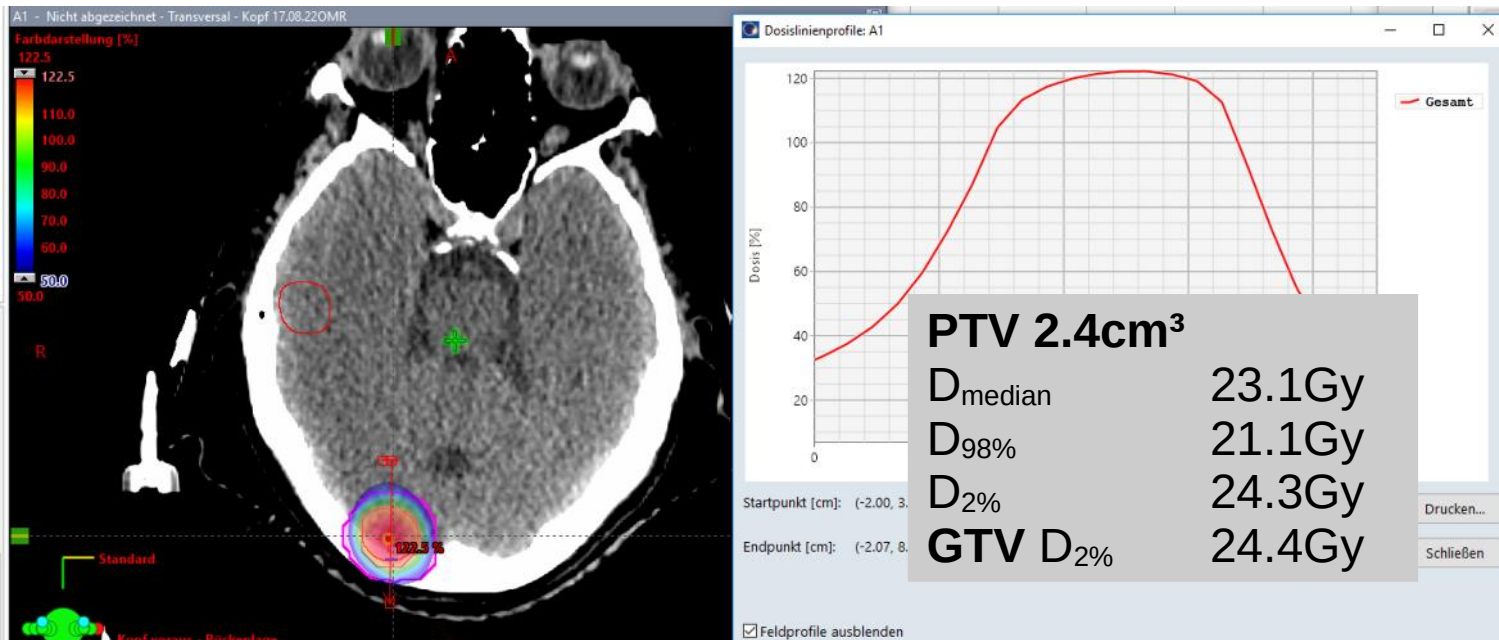
Blenden ohne MLC  
adaptiert an PTV



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

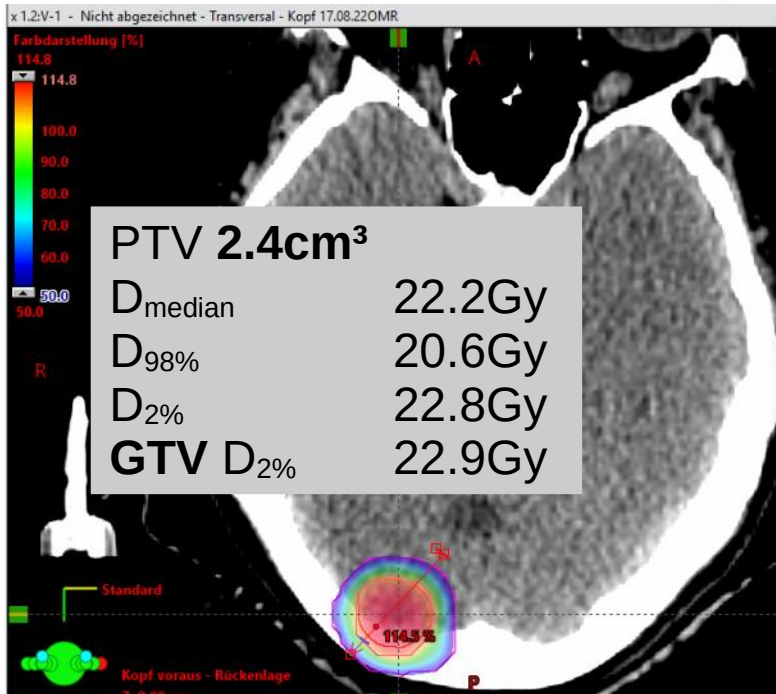
MLC Leafs  
adaptiert an PTV



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

PTV und PRV optimiert mit VMAT



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

## PTV 2.4cm<sup>3</sup>

D <sub>median</sub>	25.4Gy
D <sub>98%</sub>	21.6Gy
D <sub>2%</sub>	27.1Gy
<b>GTV D<sub>2%</sub></b>	<b>27.2Gy</b>

Eingaben	
Volumen PTV	2,4
V50	11,1
V 100	3,90
Reff 50	1,38
Reff 100	0,98
CI	1,63
DGI	89,26

## Brain

V <sub>10Gy</sub>	7.3cm <sup>3</sup>
V <sub>12Gy</sub>	5.9cm <sup>3</sup>

## PTV 2.4cm<sup>3</sup>

D <sub>median</sub>	23.1Gy
D <sub>98%</sub>	21.1Gy
D <sub>2%</sub>	24.3Gy
<b>GTV D<sub>2%</sub></b>	<b>24.4Gy</b>

Eingaben	
Volumen PTV	2,4
V50	11
V 100	3,50
Reff 50	1,38
Reff 100	0,94
CI	1,46
DGI	86,22

## Brain

V <sub>10Gy</sub>	7.4cm <sup>3</sup>
V <sub>12Gy</sub>	6.0cm <sup>3</sup>

## PTV 2.4cm<sup>3</sup>

D <sub>median</sub>	22.2Gy
D <sub>98%</sub>	20.6Gy
D <sub>2%</sub>	22.8Gy
<b>GTV D<sub>2%</sub></b>	<b>22.9Gy</b>

Eingaben	
Volumen PTV	2,4
V50	12,2
V 100	3,30
Reff 50	1,43
Reff 100	0,92
CI	1,38
DGI	79,54

## Brain

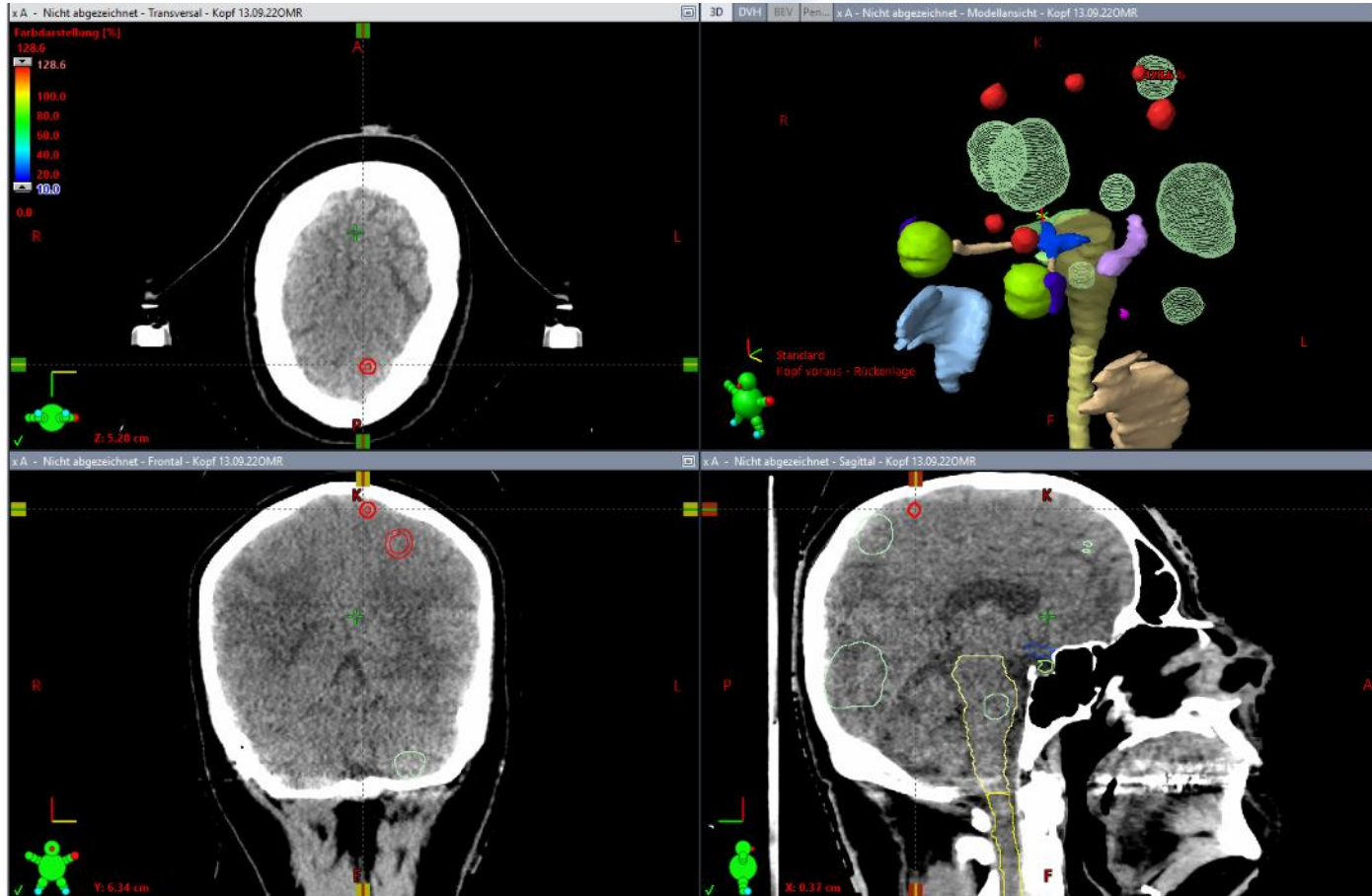
V <sub>10Gy</sub>	7.2cm <sup>3</sup>
V <sub>12Gy</sub>	6.0cm <sup>3</sup>

ICRU  
Dose Reporting  
Parameters



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen



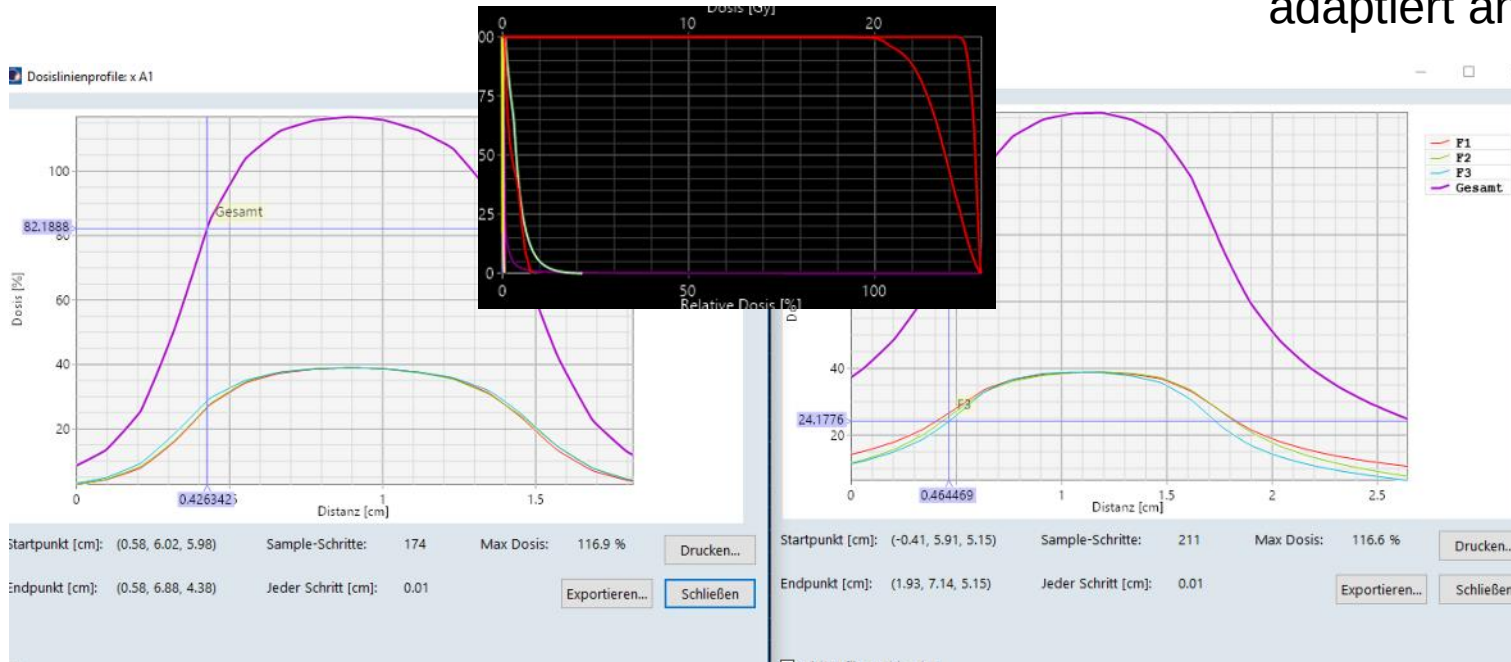
**Planung HM**  
GTV 0.016cm<sup>3</sup>  
PTV 0.197cm<sup>3</sup>  
**Verschreibung:**  
1 Fraktion 20Gy  
99.5%/99.5%



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

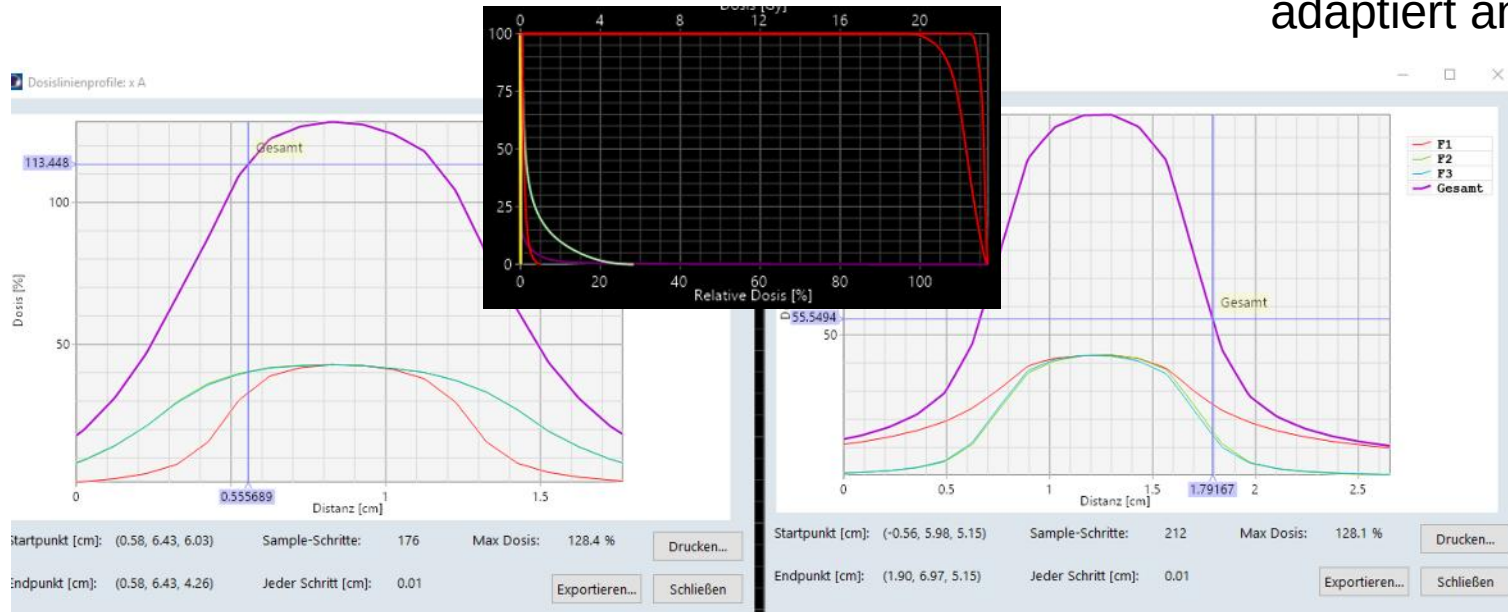
Blenden ohne MLC  
adaptiert an PTV



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

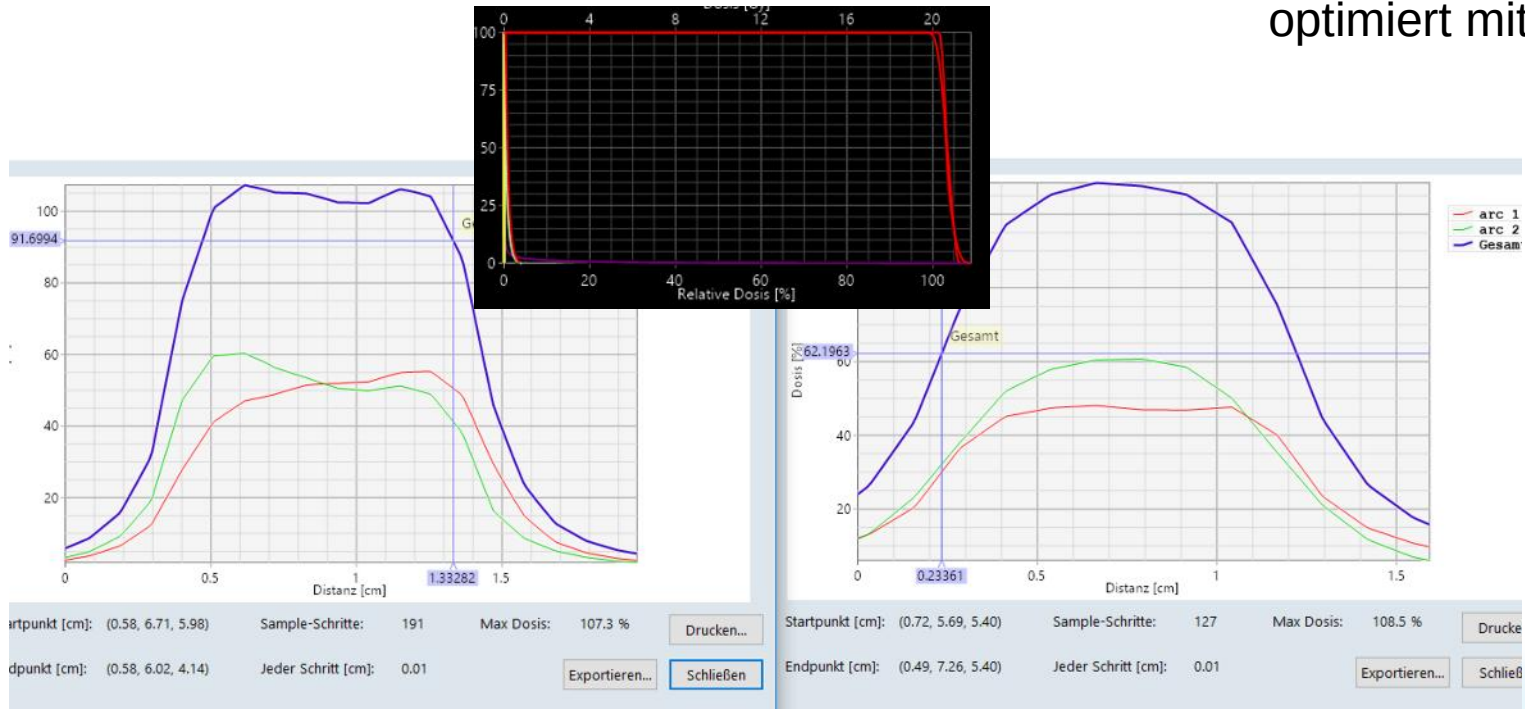
MLC Leafs  
adaptiert an PTV



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

PTV und PRV  
optimiert mit VMAT



# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

ICRU  
Dose Reporting  
Parameters

PTV 0.2cm <sup>3</sup>		PTV 0.2cm <sup>3</sup>		PTV 0.2cm <sup>3</sup>	
D <sub>median</sub>	23.7Gy	D <sub>median</sub>	22.3Gy	D <sub>median</sub>	21.0Gy
D <sub>98%</sub>	20.5Gy	D <sub>98%</sub>	20.3Gy	D <sub>98%</sub>	20.0Gy
D <sub>2%</sub>	25.5Gy	D <sub>2%</sub>	23.3Gy	D <sub>2%</sub>	21.8Gy
<b>GTV D<sub>2%</sub></b>	<b>25.7Gy</b>	<b>GTV D<sub>2%</sub></b>	<b>23.4Gy</b>	<b>GTV D<sub>2%</sub></b>	<b>21.8Gy</b>
Eingaben		Eingaben		Eingaben	
Volumen PTV	0,2	Volumen PTV	0,2	Volumen PTV	0,2
V50	1,3	V50	2	V50	2,6
V 100	0,30	V 100	0,30	V 100	0,20
Reff 50	0,68	Reff 50	0,78	Reff 50	0,85
Reff 100	0,42	Reff 100	0,42	Reff 100	0,36
CI	1,50	CI	1,50	CI	1,00
DGI	103,82	DGI	93,36	DGI	80,97

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

## Homogenität im Zielvolumen – Vorschläge mit dem Ziel Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit

- ICRU 91 Dose Reporting Parameters (  $\geq$  Level2 !)
  - CT/MR Aufnahme-Parameter
  - DoseGrid und Dosis-Berechnungs-Algorithmus, Planungstechnik
  - Normierung, Konformität, Homogenität
- Verschreibung auf PTV  $D_{\text{Median}}$  [Gy] und/oder C/GTV  $D_{99\%}$  [Gy]
  - Bei klinischer Relevanz: SIP-Konzept mit z.B. GTV  $D_{98\%}$  [Gy]
  - Evtl. bei größeren Volumina mehrere graduelle Stufen? (klinische Relevanz)
  - Rahmen tolerierbarer Zielparameter definieren  
(  $D_{\text{near-max}} = D_{2\%}$  bzw.  $D_{35\text{mm}^3}$ ,  $D_{\text{near-min}} = D_{98\%}$  bzw.  $D_{\text{Vol\_PTV} - 35\text{mm}^3}$ , ... ) {Kubus  $35\text{mm}^3 = (3.27\text{mm})^3$  }
- **Keine ‚IsoDose‘** Verschreibung bezüglich  $D_{\text{Max}}$  !
  - Besonders wichtig: einheitliches Vorgehen bei Studien wg. Vergleichbarkeit!
- Bei kleinen PTV (  $\leq 1\text{cm}^3$  ): auf Robustheit der Dosisapplikation achten  
Priorisierung: sichere Dosis-Applikation  $\Leftrightarrow$  Brain  $V_{10/12\text{Gy}}$  [ $\text{cm}^3$ ]

# DOSISVERTEILUNG INNERHALB DES ZIELVOLUMENS

Pro: Argumente und Evidenz für Homogenität im Zielvolumen

**Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!**

**Fred.Roehner@UKBonn.de**



# Stereotactic Treatments with Small Photon Beams

## *Literaturverweise*

- [Mayles 2007] Handbook of radiotherapy physics, ed. P.Mayles et al. ISBN 0-7503-0860-5
- [Hansen 2020] <https://doi.org/10.1080/0284186X.2019.1701200>
- [Jin 2011] <https://doi.org/10.1097/ppo.0b013e31821f8318>
- [Scaringi 2018] <https://doi:10.21873/anticanres.12954>
- [ICRU 91] [https://doi.org/10.1093/jicru\\_ndx006](https://doi.org/10.1093/jicru_ndx006)
- [de Jong 2020] <https://doi.org/10.1016/j.radonc.2019.11.001>
- [Biston 2019] <https://doi.org/10.1016/j.canrad.2019.07.137>
- [Wilke 2019] <https://doi.org/10.1007/s00066-018-1416-x>
- [Reynolds 2020] <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2019.11.408>
- [RTOG protocol 90-05 2000] [https://doi.org/10.1016/s0360-3016\(99\)00507-6](https://doi.org/10.1016/s0360-3016(99)00507-6)