

GERMAN CANCER  
CONSORTIUM (DKTK)  
PARTNER SITE **FREIBURG**



Erfahrungen mit 3D-Geldosimetrie und  
3D-gedruckten Schädelphantomen

**Dr. Thomas Rothe – Klinik für Strahlenheilkunde**

04.04.2017

# Ziel der 3D-Geldosimetrie

3-dimensionale, hoch auflösende Dosimetrie an anatomischem Schädelphantom (Patienten-QA)

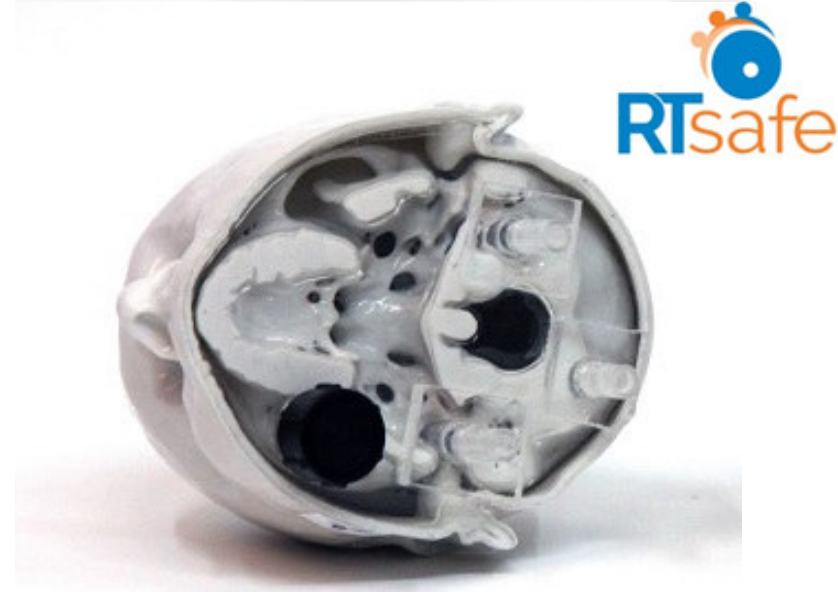
- Kooperation mit Fa. RTsafe, Athen
- Schädelphantom auf Basis eines Patienten-Planungs-CT im 3D-Drucker hergestellt
- gefüllt mit strahlungssensitivem Polymer-Gel
- räumliche Dosisverteilung im MRT (T2w) sichtbar



# 3D-gedruckte Schädelphantome

## Twin Phantom

- Aus CT-Daten wird Phantom mit Submillimeter-Genauigkeit 3D-gedruckt
- Abbildung einer echten Patienten-anatomie (knöcherne Strukturen)
- Ein Phantom mit Gel gefüllt für relative Dosimetrie
- Ein Phantom mit Wasser gefüllt für Absolutdosimetrie (Einsatz Ionisationskammer)



# Messprozedur

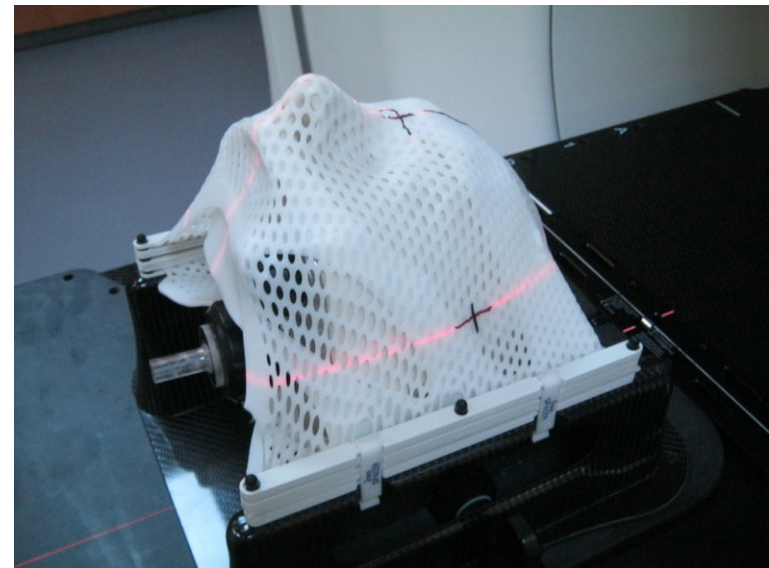
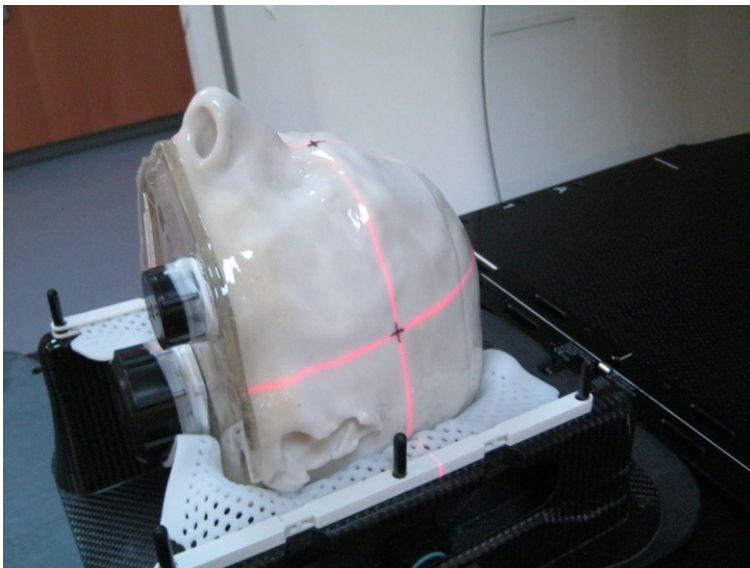
## Ablauf

- Lagerungshilfen (STX-Maske)
- Planungs-CT beider Phantome
- Bestrahlungsplanung/Dosisberechnung
- Bestrahlung beider Phantome mit exakt demselben Plan
- MRT des Gelphantoms
- Registrierung des MRT mit dem Planungs-CT
- Dosimetrische Analyse

# Messprozedur

## Lagerungshilfen

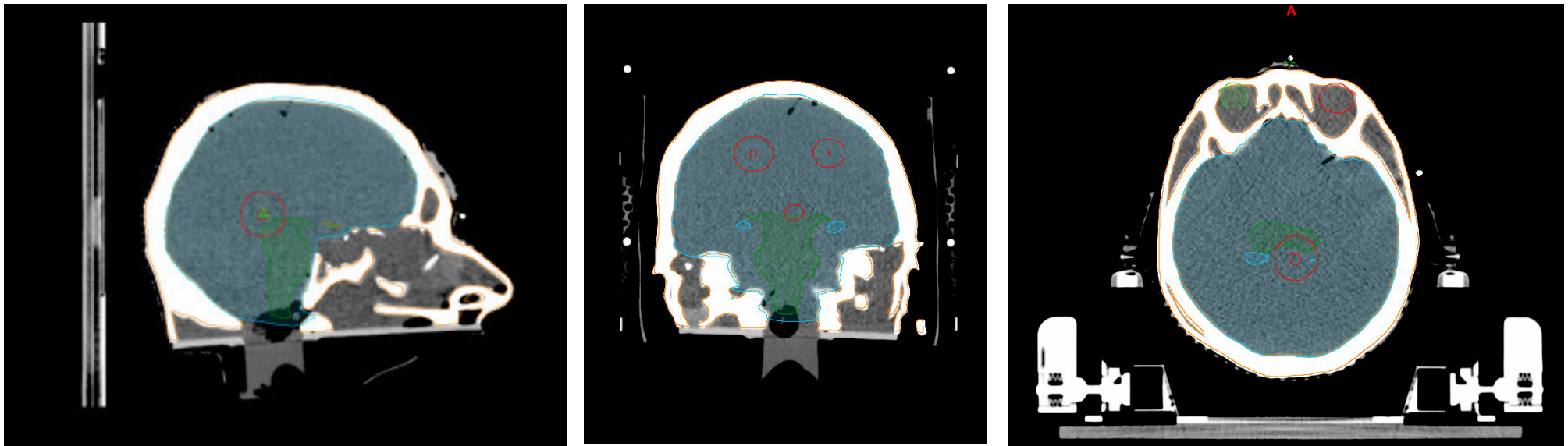
- Je nach Hausstandard für kraniale Stereotaxie
  - STX-Maske
  - Brainlab
  - ...



# Messprozedur

## Planungs-CT

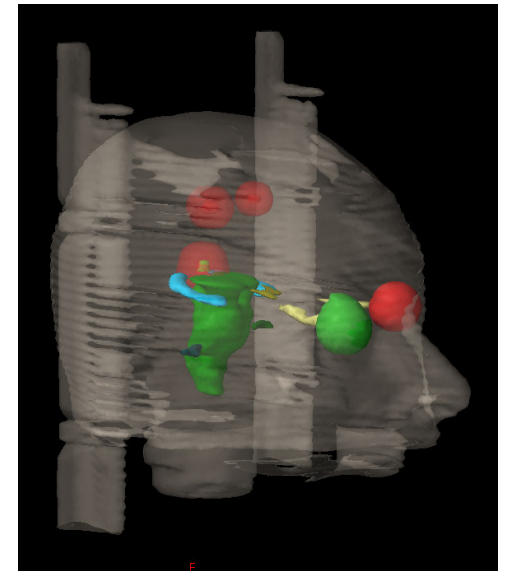
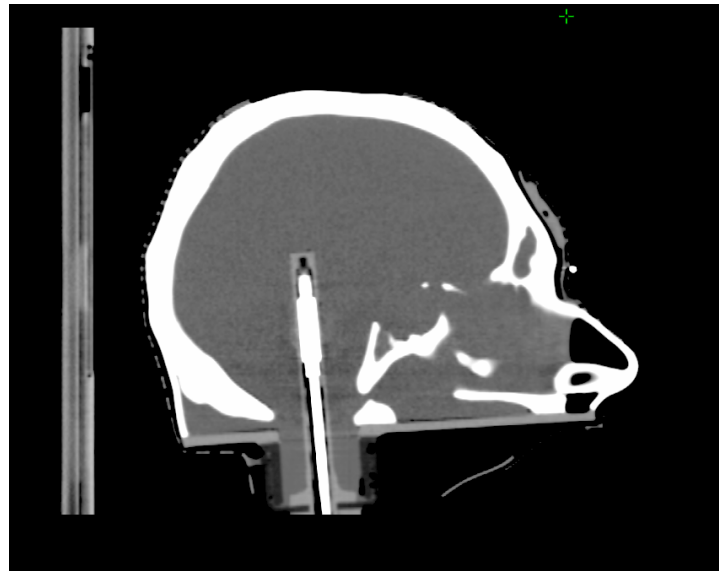
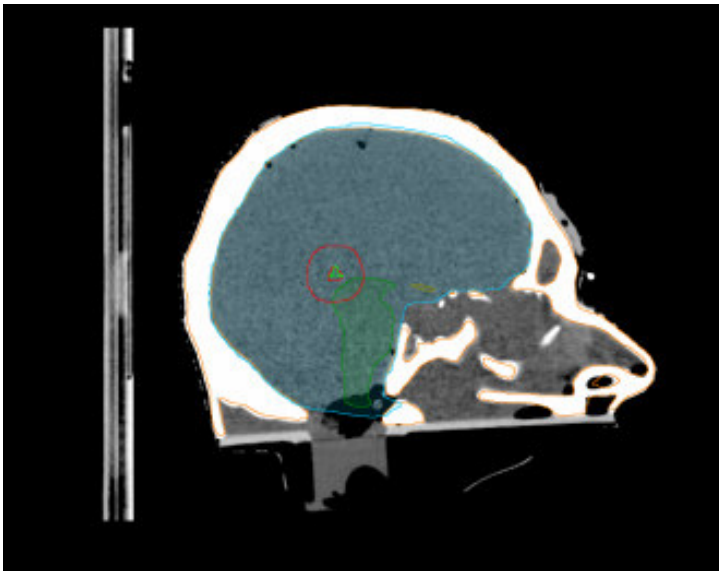
- Erstellen bzw. Übertragen von Strukturen
- Multiple Hirnmetastasen
- Ein Läsion an der Position der Ionisationskammer



# Messprozedur

## Planungs-CT

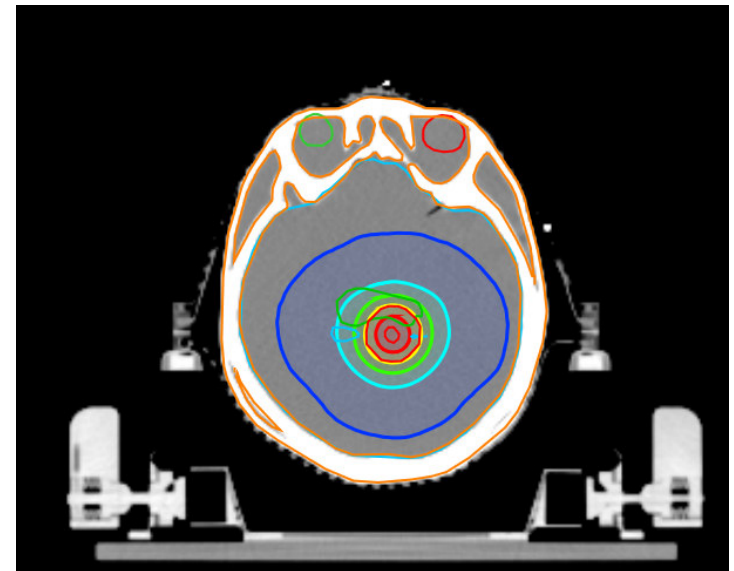
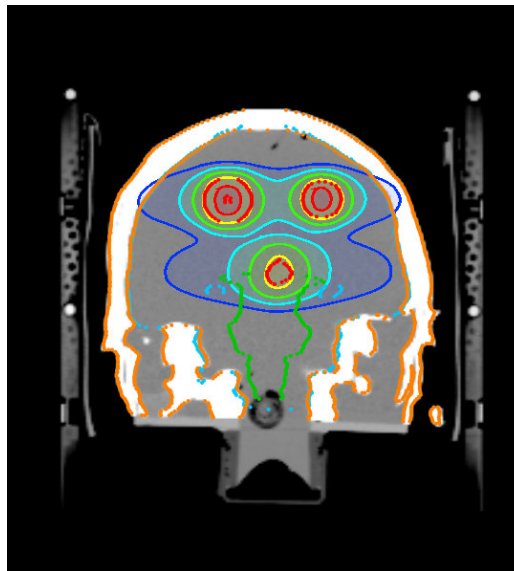
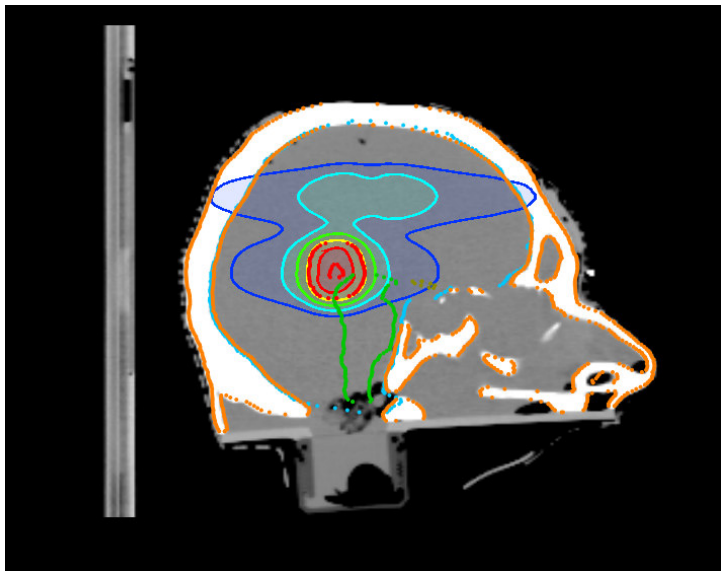
- Erstellen bzw. Übertragen von Strukturen
- Multiple Hirnmetastasen
- Ein Läsion an der Position der Ionisationskammer



# Messprozedur

## Bestrahlungsplanung/Dosisberechnung

- SRS: 3DCRT, VMAT, TomoTherapy
- 1x18 Gy, simultan auf 3 Läsionen
- Planung am Phantom-CT bzw. Übertragung für Patienten-QA

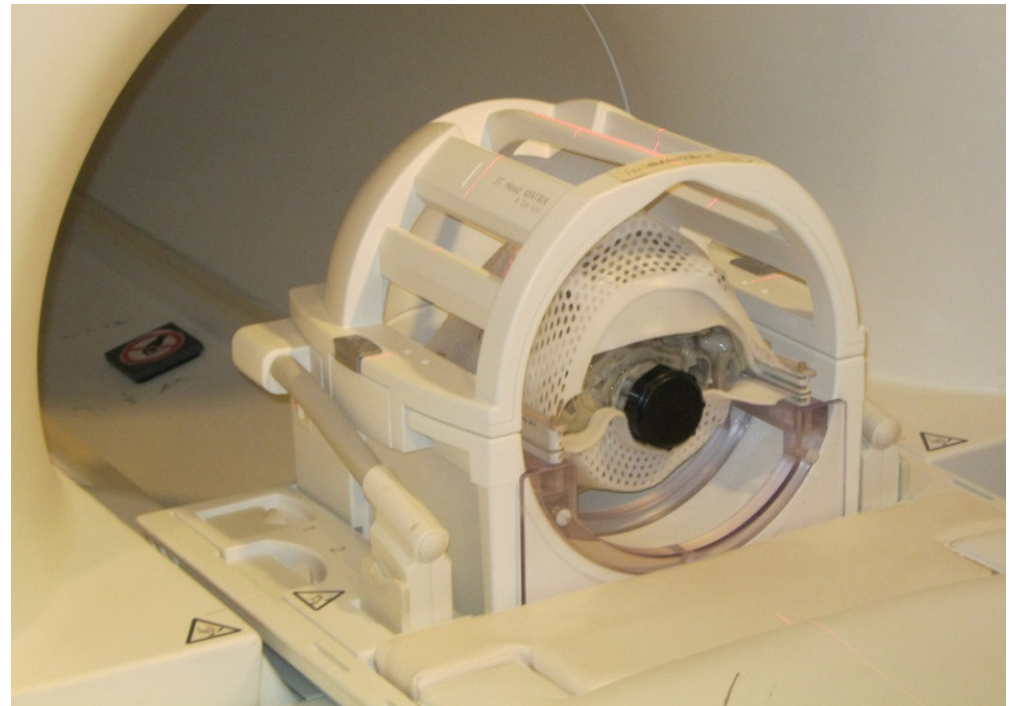




# Messprozedur

## MRT des bestrahlten Phantoms

- 5h nach Bestrahlung; höchstens 48h
- T2-Gewichtung; fast spin echo sequence (HASTE)
- 4 Echozeiten
- Relaxationsrate  $R2=1/T2$



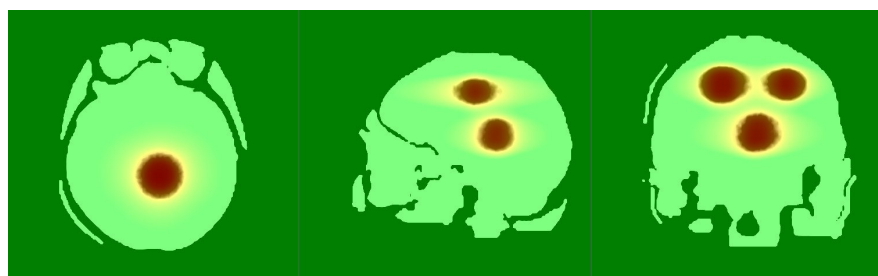
# Messprozedur

## Registrierung und Dosimetrische Analyse

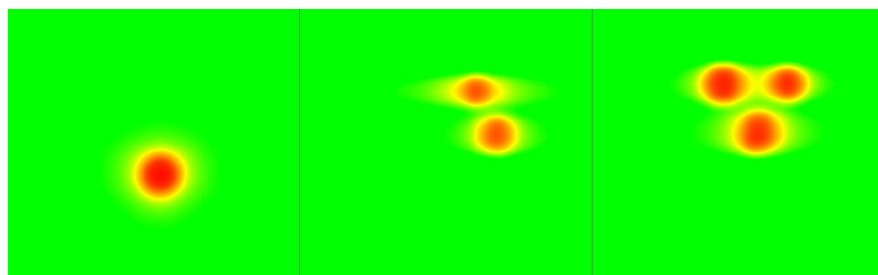
### Hochdosisbereich



MRI  
100%  
TPS  
0%

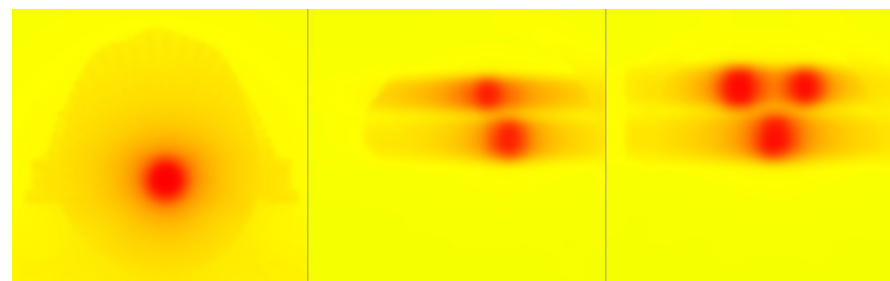
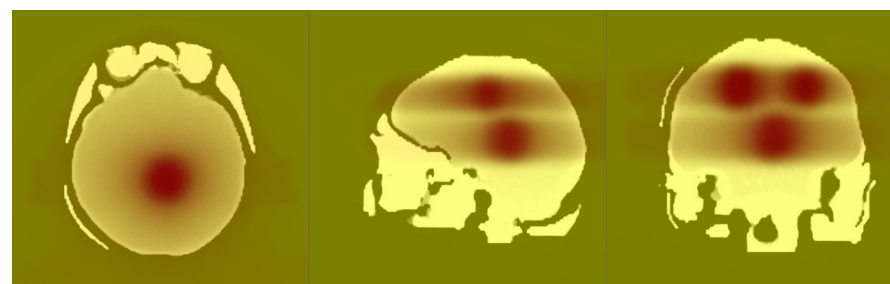
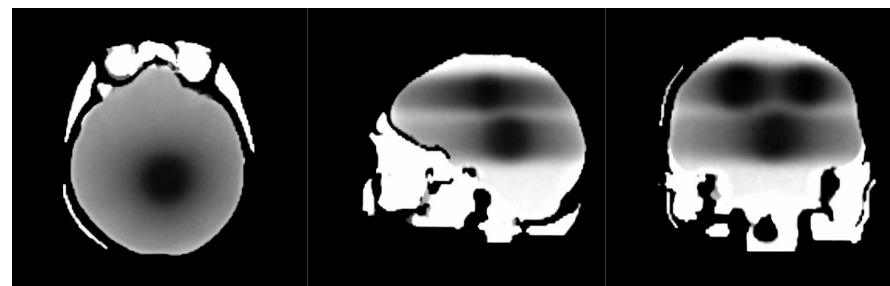


MRI  
50%  
TPS  
50%



MRI  
0%  
TPS  
100%

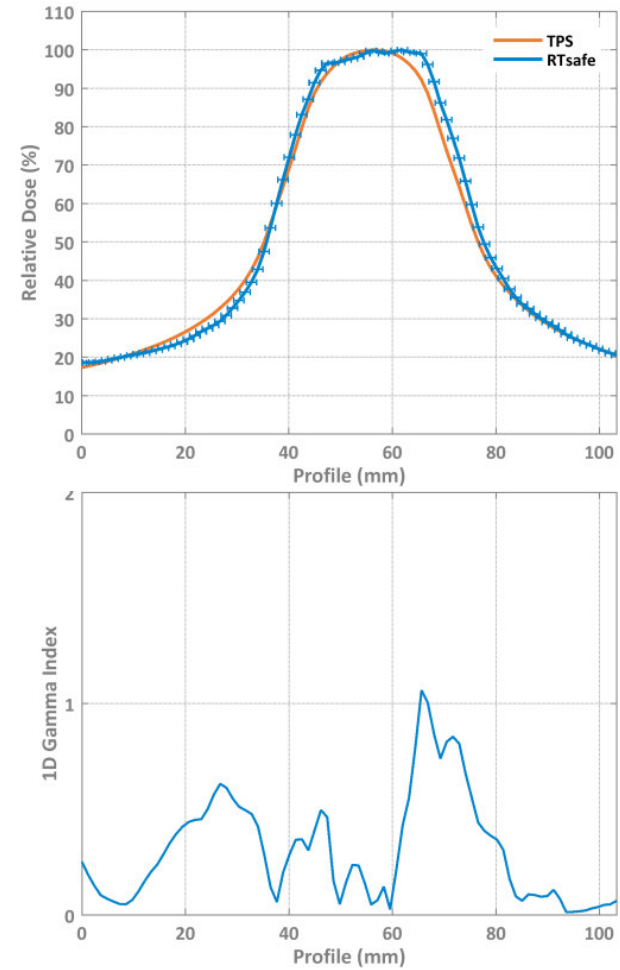
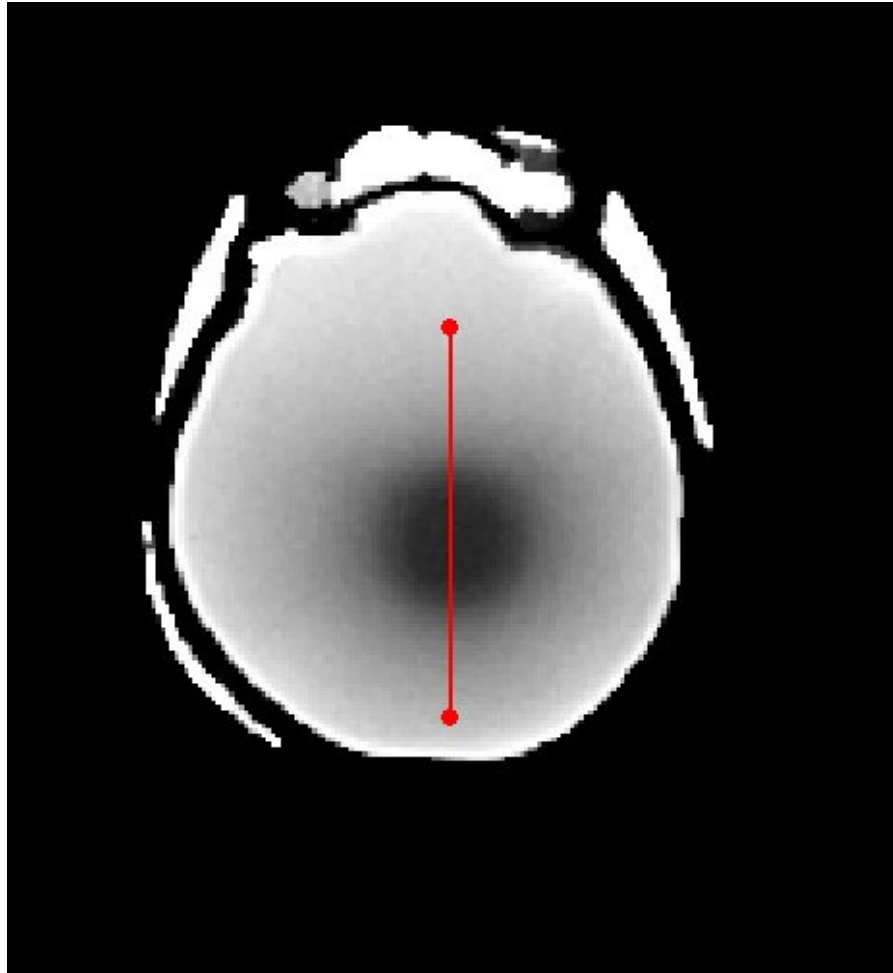
### Niedrigdosisbereich



# Auswertung

1D Gamma I

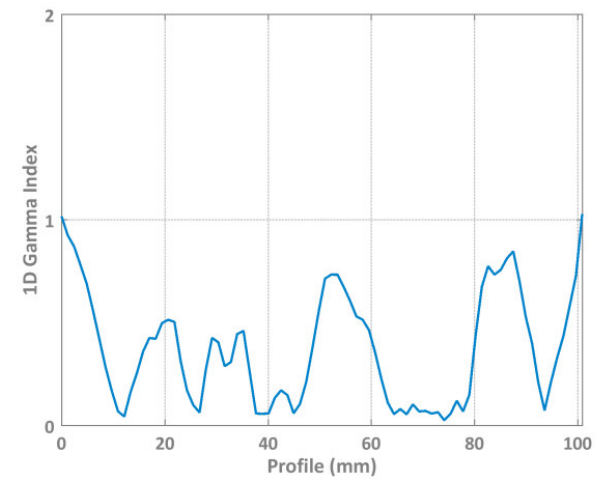
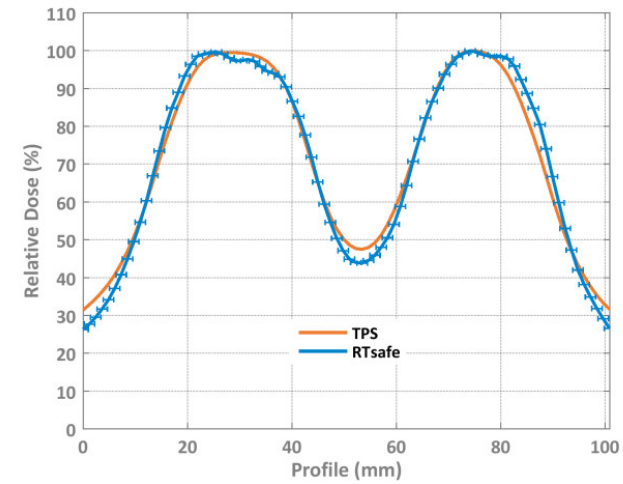
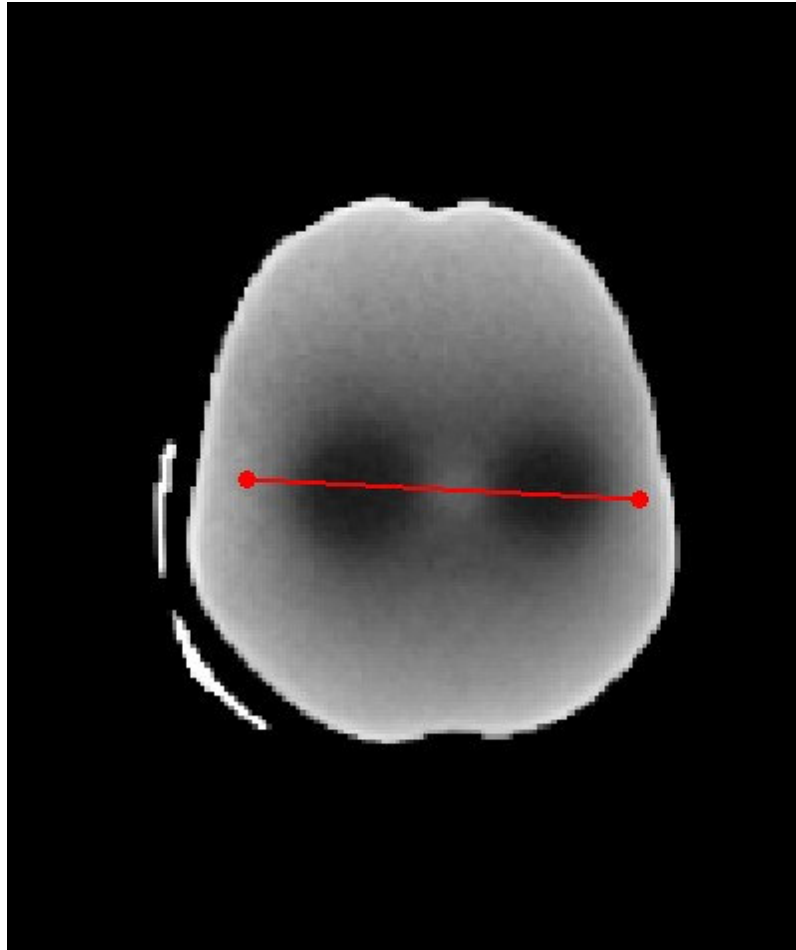
5% / 2mm



# Auswertung

1D Gamma II

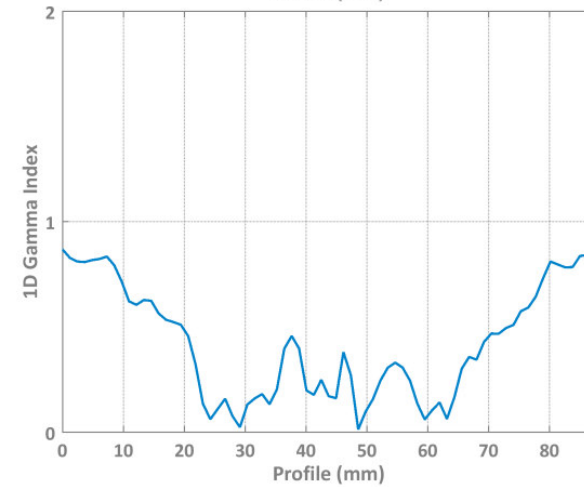
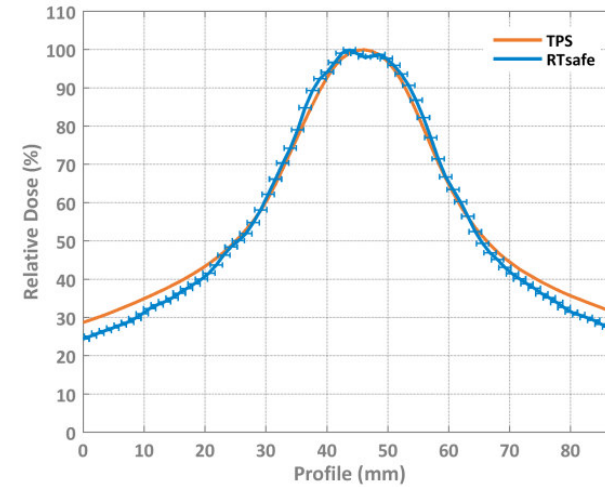
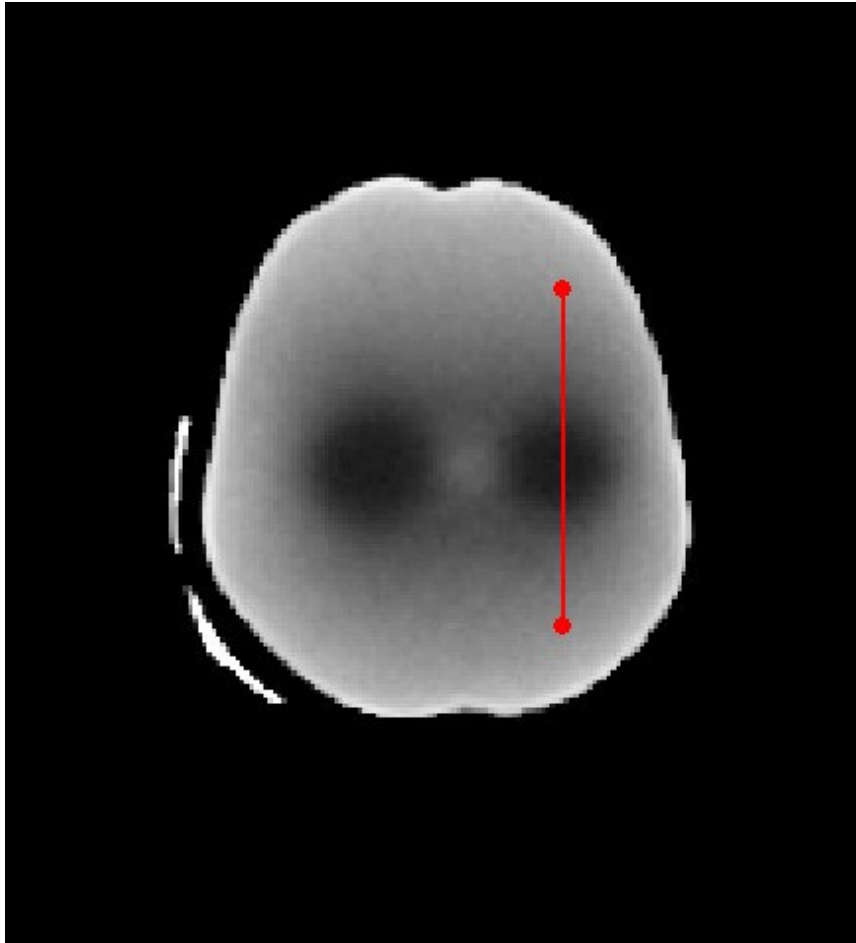
5% / 2mm



# Auswertung

1D Gamma III

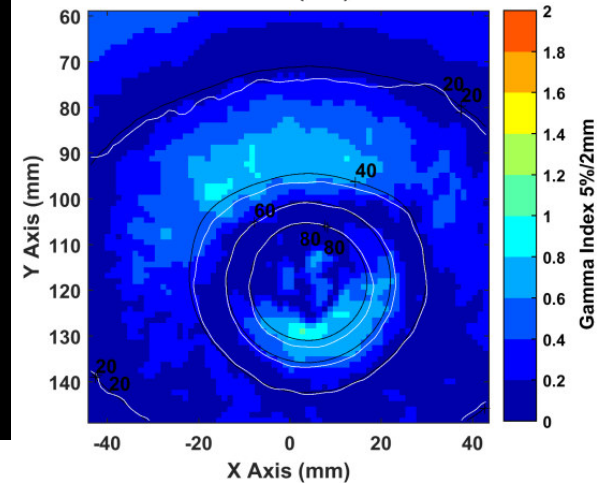
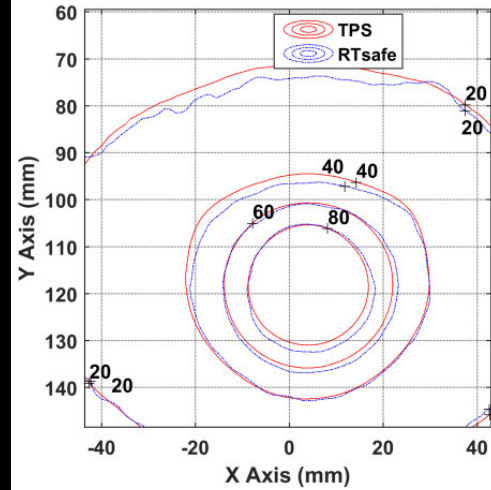
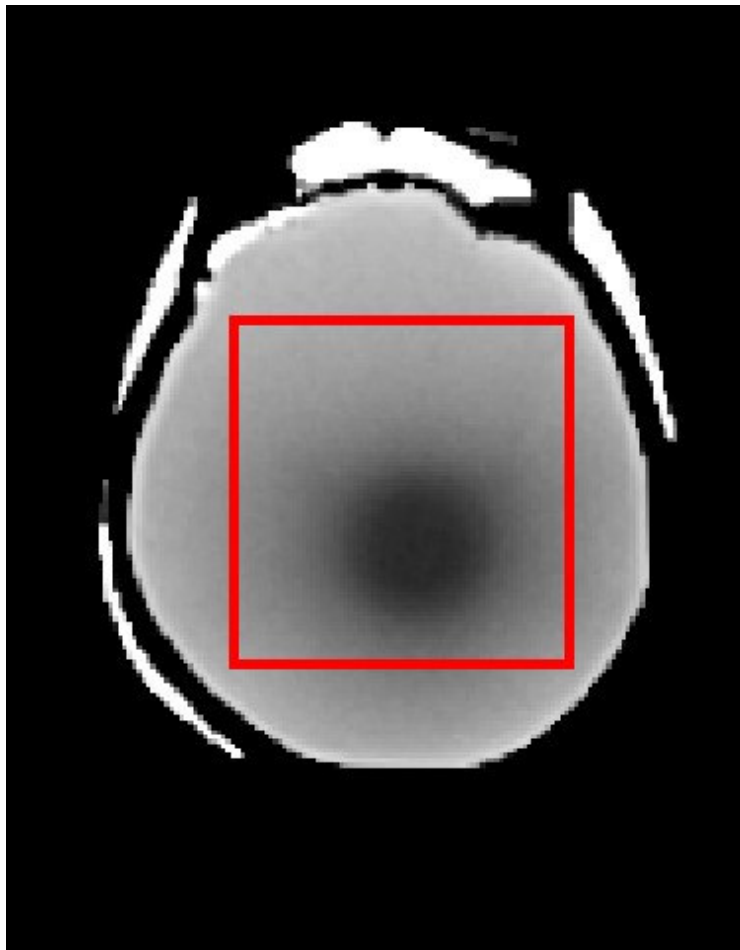
5% / 2mm



# Auswertung

2D Gamma I

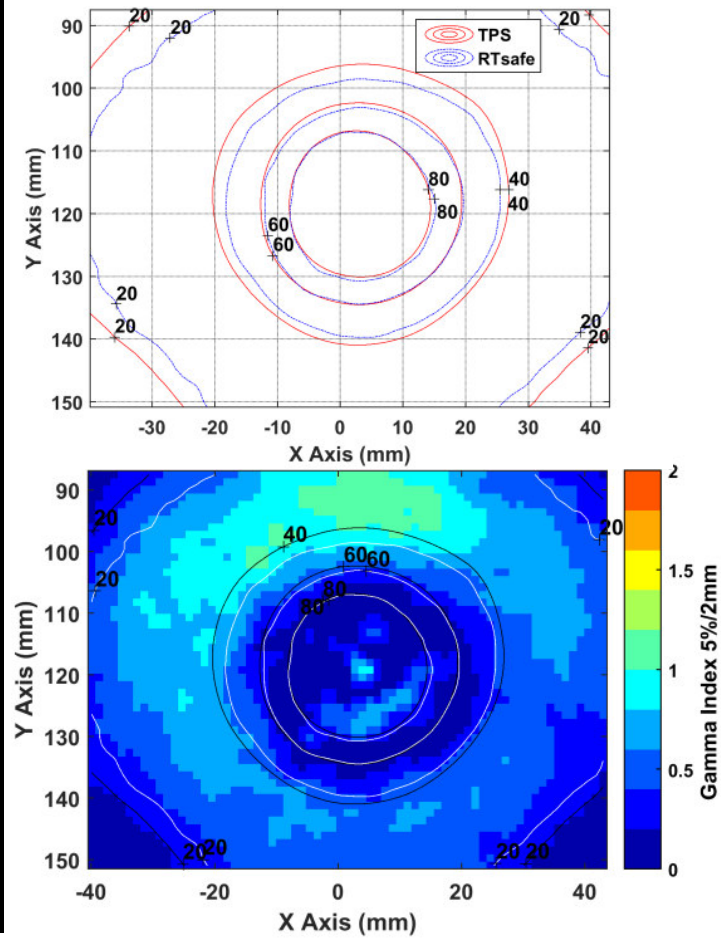
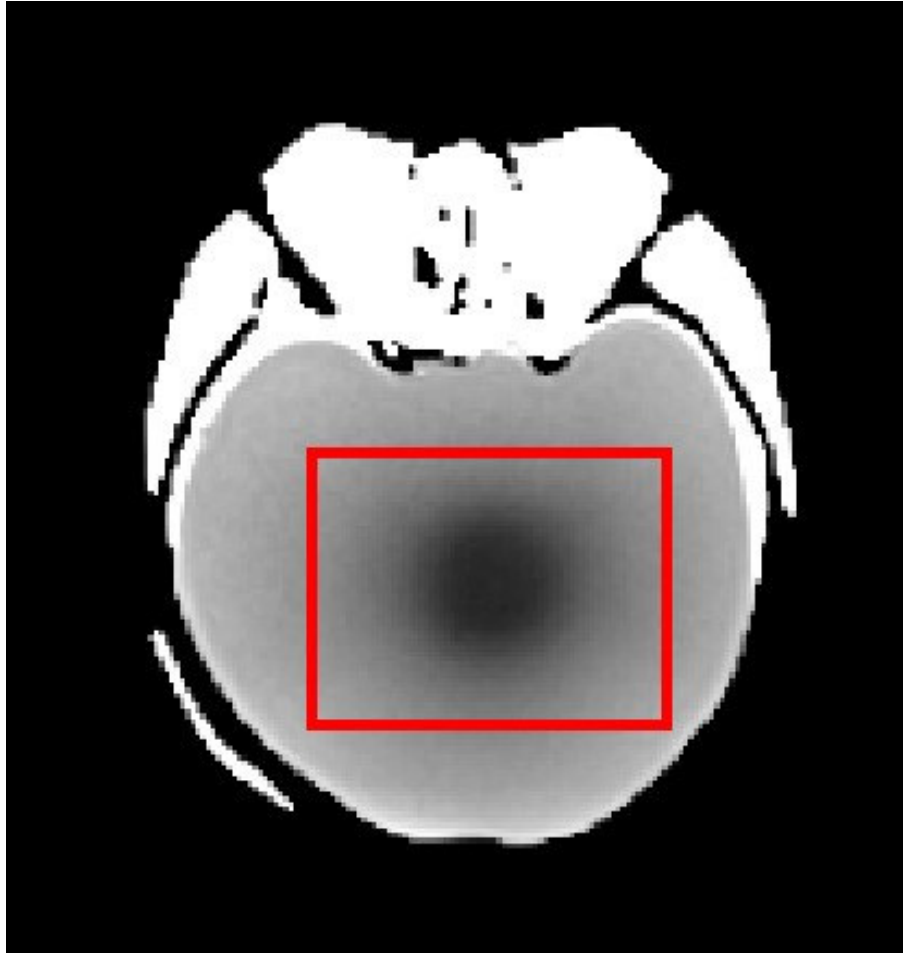
5% / 2mm



# Auswertung

## 2D Gamma II

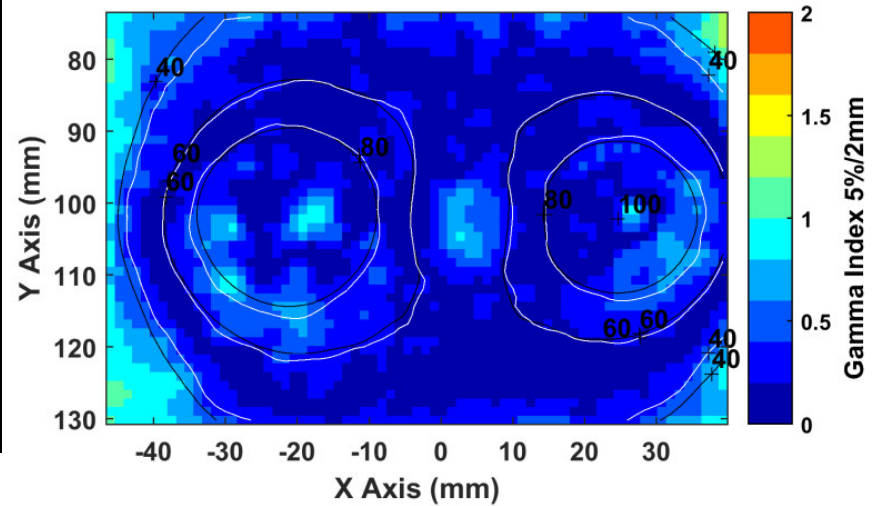
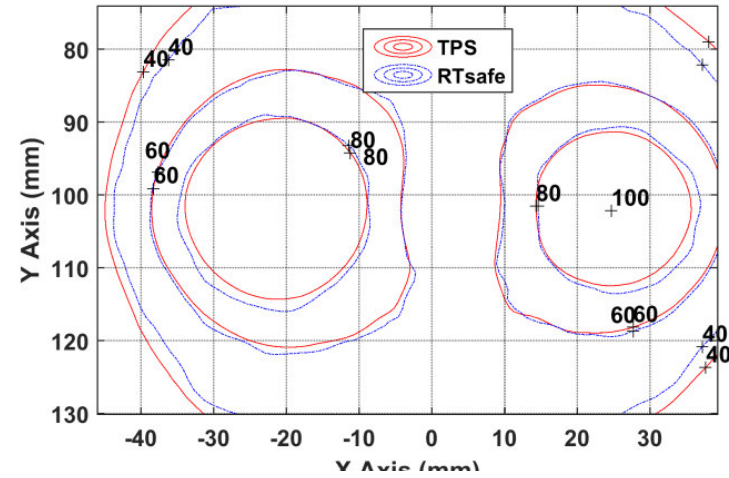
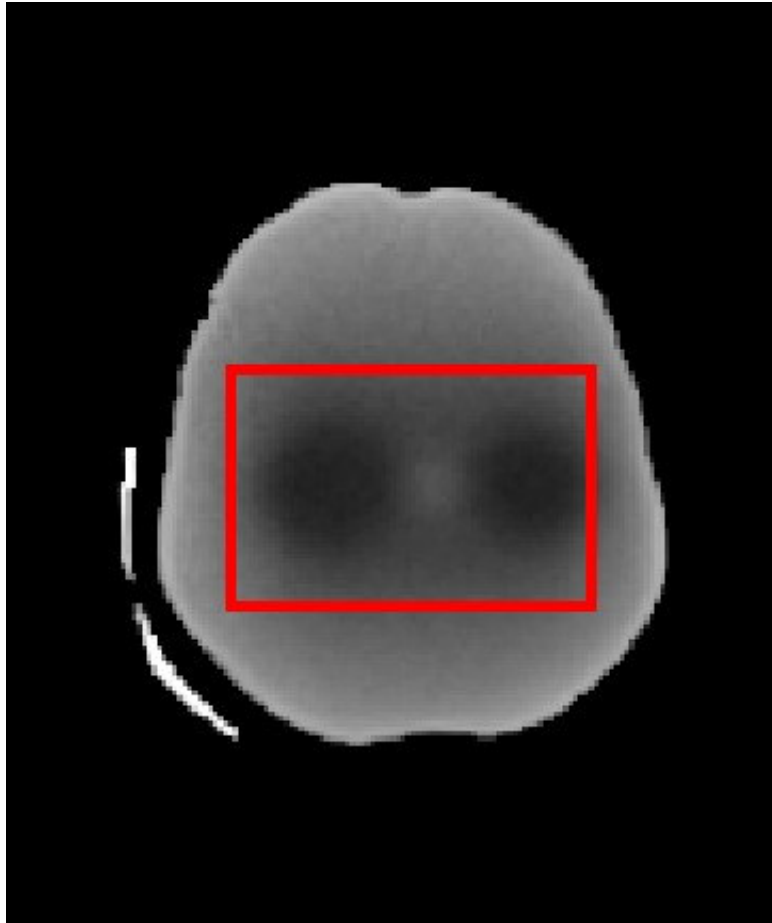
5% / 2mm



# Auswertung

2D Gamma III

5% / 2mm

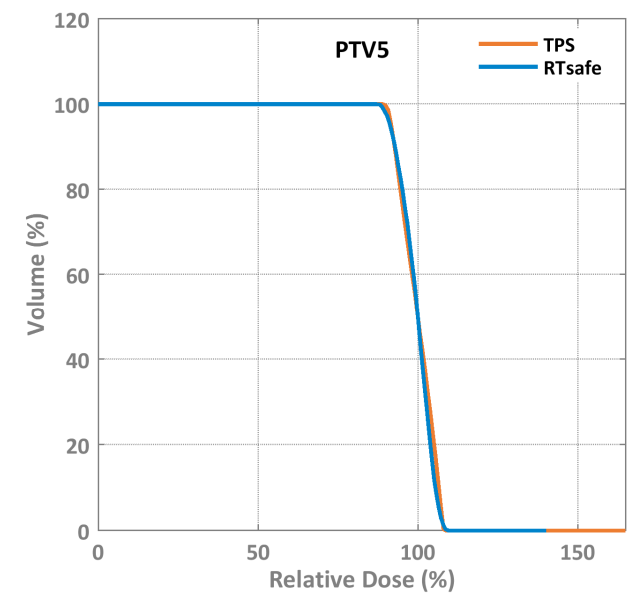
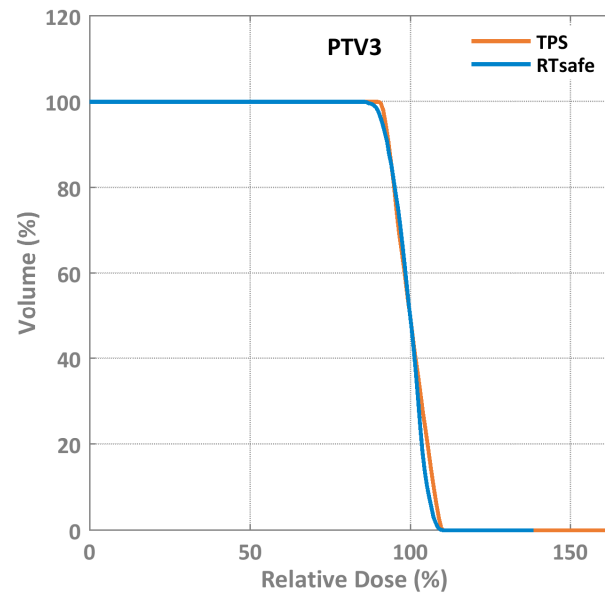
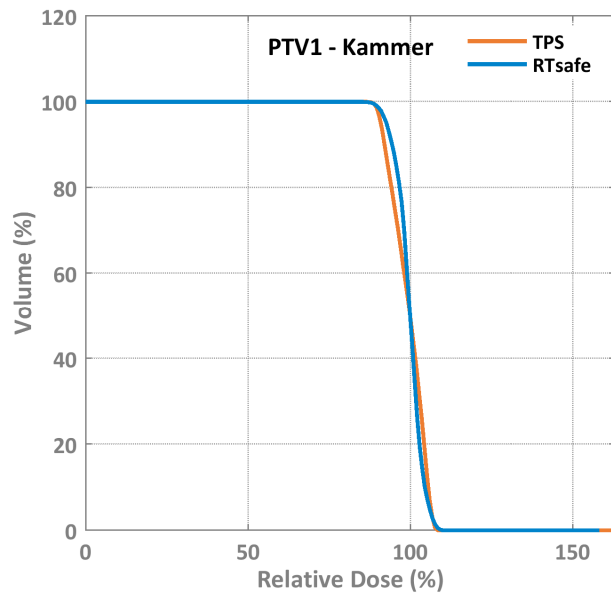




# Auswertung

## DVH-Vergleich

Normierung auf  $D_{50\%}$

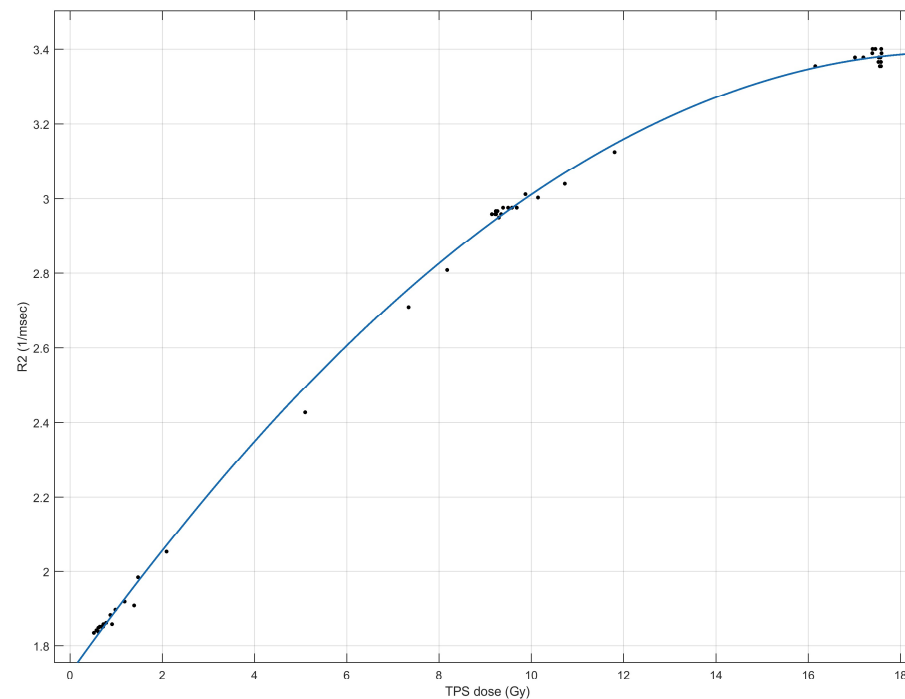


# Diskussion

- Gute räumliche Übereinstimmung zwischen Dosisberechnung und -messung
- Gute Übereinstimmung in 1D-Profilen und 2D-Isodosen sowie in den DVHs
- Gute dosimetrische Übereinstimmung zu Kammer-/TLD-Messungen ( $< 0.5\%$ )

# Ausblick

- Prüfung der Durchführbarkeit für beliebige Patientenanatomie
- Verbesserung der Genauigkeit durch Anpassen des Kalibrierverfahrens



- Perspektive zum Einbeziehen als QA-Prozedur bei multizentrischen Studien

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**



Kontakt:  
Dr. Thomas Rothe  
[thomas.rothe@uniklinik-freiburg.de](mailto:thomas.rothe@uniklinik-freiburg.de)  
[www.uniklinik-freiburg.de/strahlenklinik](http://www.uniklinik-freiburg.de/strahlenklinik)

**7<sup>th</sup> LANGENDORFF - Symposium**  
**PROSTATE CANCER: DIAGNOSIS AND TREATMENT**

**14. + 15. Juli 2017**  
**Freiburg i. Br.**

**[www.langendorff-symposium.de](http://www.langendorff-symposium.de)**

