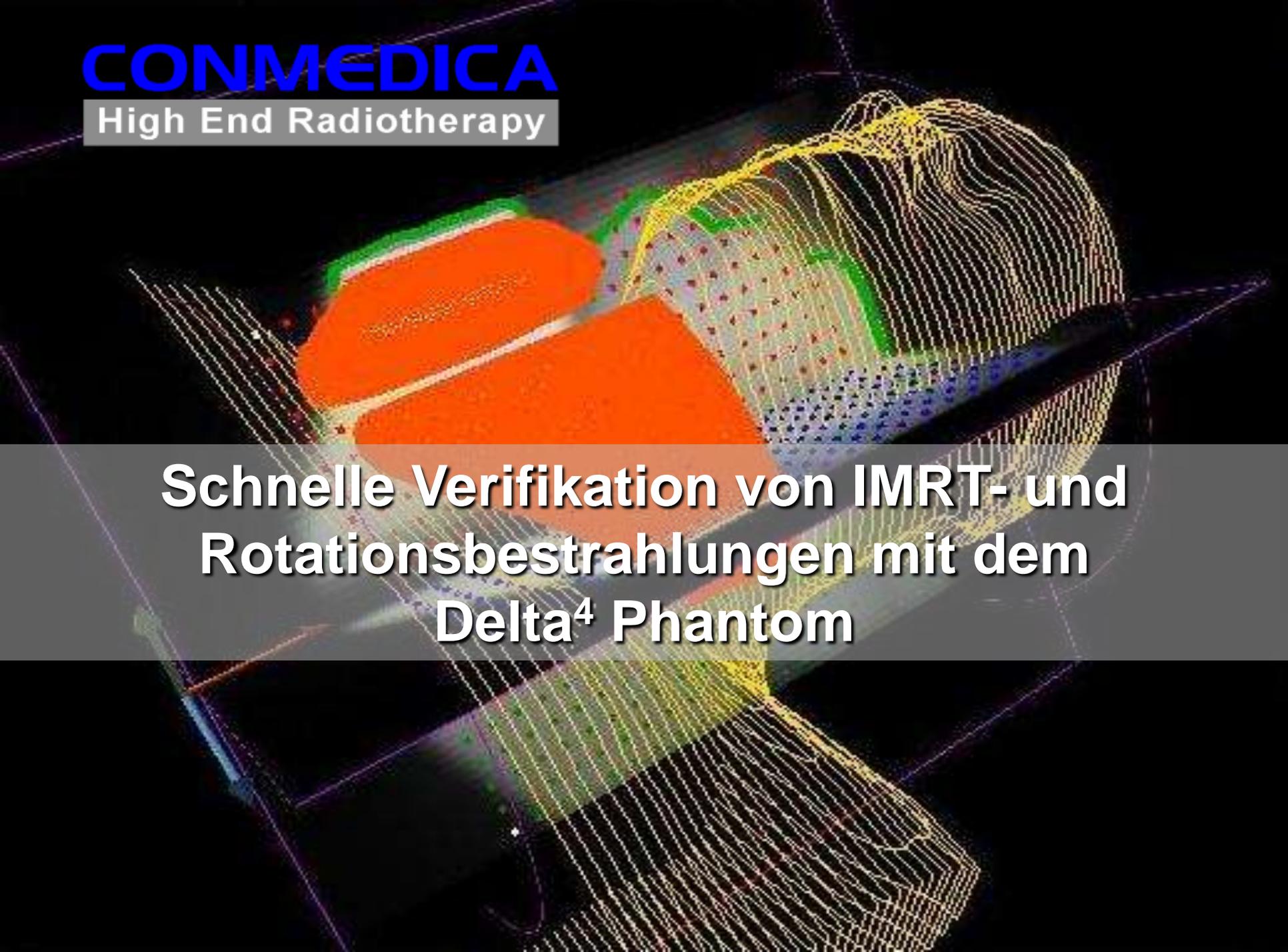


**CONMEDICA**

High End Radiotherapy



**Schnelle Verifikation von IMRT- und  
Rotationsbestrahlungen mit dem  
Delta<sup>4</sup> Phantom**



- Gegründet 2002 in Uppsala
- EU-gefördertes Projekt
- Erste Auslieferung Anfang 2006
- Vertrieb in A / D / CH durch Conmedica GmbH

# Delta<sup>4</sup> Anforderungen bei IMRT Verifikation

---

- Filmdosimetrie:
  - Entwicklungsmaschine
  - Nachmessung zur Fehleranalyse
  - sehr hoher Zeitaufwand
- 2D Dosimetrie: Fluenzanalyse
- Wunsch nach digitaler patientenbezogener 3D und 4D Dosimetrie
- Komfortable Fehleranalyse bei Abweichungen
- Zeitbedarf
- Preis

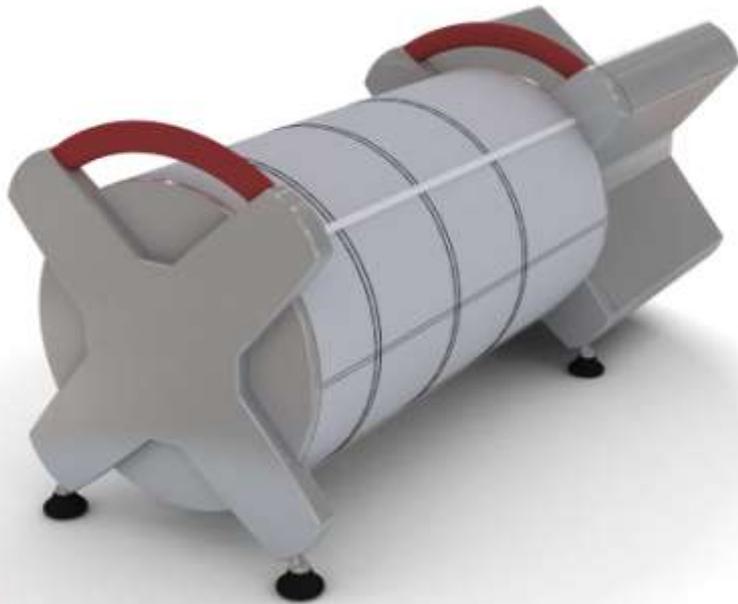
# Delta<sup>4</sup> Komponenten

- Trolley
- Inklinometer
- Trigger-Kabel
- Ethernet-Kabel
- Messrechner
- Site-Lizenzen unbegrenzt



# Delta<sup>4</sup> Aufbau des Phantoms

---

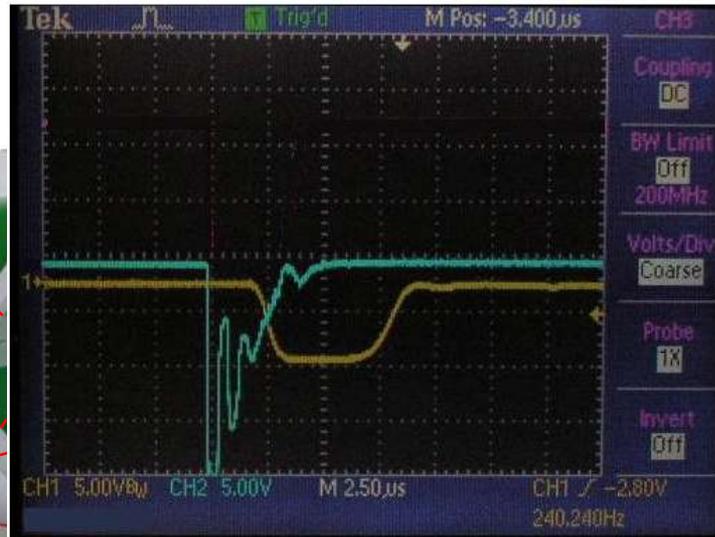
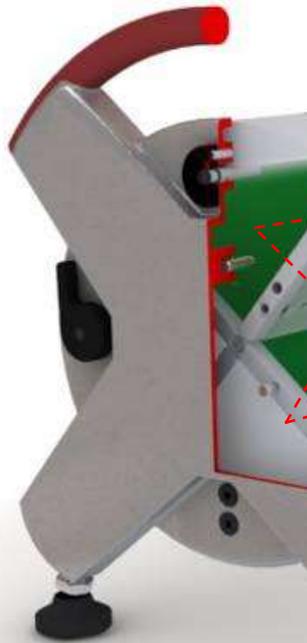


- Zylindrisches Phantom  
( $\text{Ø}=22$  cm, Länge: 40 cm)
- Material Plexiglas  
(Elektronendichte: 1,15)
- Messvolumen  
20 x 20 x 20 cm<sup>3</sup>

# Delta<sup>4</sup> Messtechnik

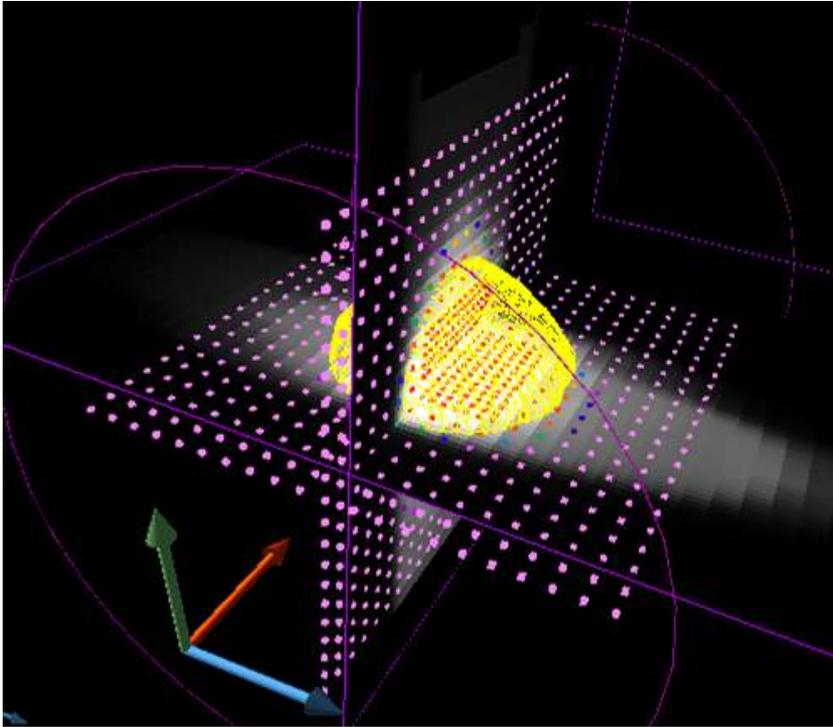
Messfläche: 20 x 20 cm

Maximale Feldlänge: 38 cm



Connector at Accelerator control cabinet	Color in the above screen dump	Typical amplitude	Comment
Trig 2	green-blue	peek: about -20V	This trig-pulse is used by Delta <sup>4</sup> to trig the measurement-process.
Pulse I	yellow	-5 to -10V	Dose pulse, typically 2us delay after the above trig pulse.

# Delta<sup>4</sup> Halbleiter - Arrays



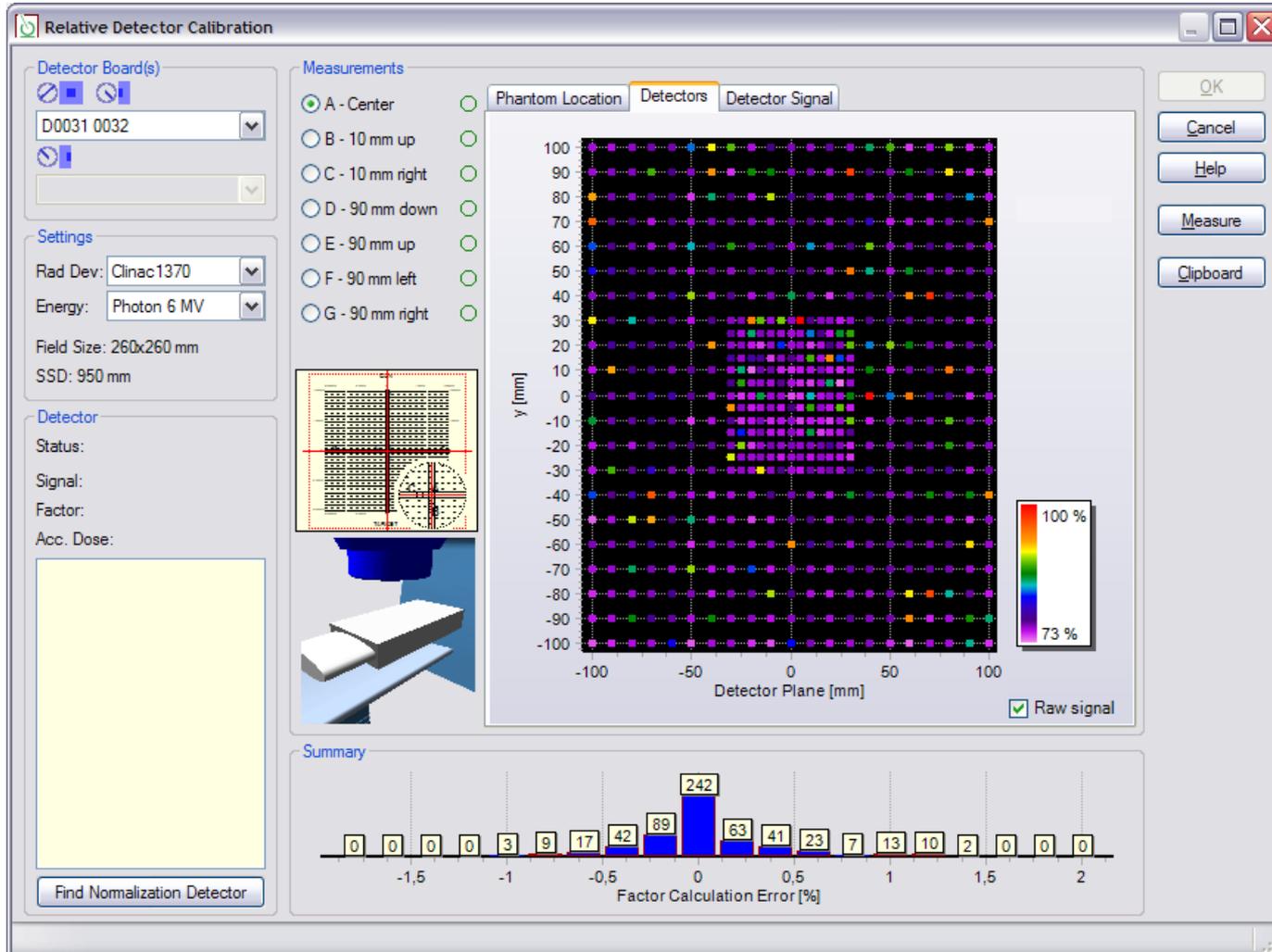
- 2 orthogonale Arrays
- 1069 Halbleiterdetektoren
- 5 mm Gitterabstand im Zentralbereich (6cmx6cm)
- 10 mm Gitterabstand im äußeren Bereich
- Diodendurchmesser 1 mm
- p-dotierte Halbleiter
- 20 ms Zeitauflösung, Messung auf Pulsniveau
- Detektoren absolut kalibriert

# Delta<sup>4</sup> Kalibrierung

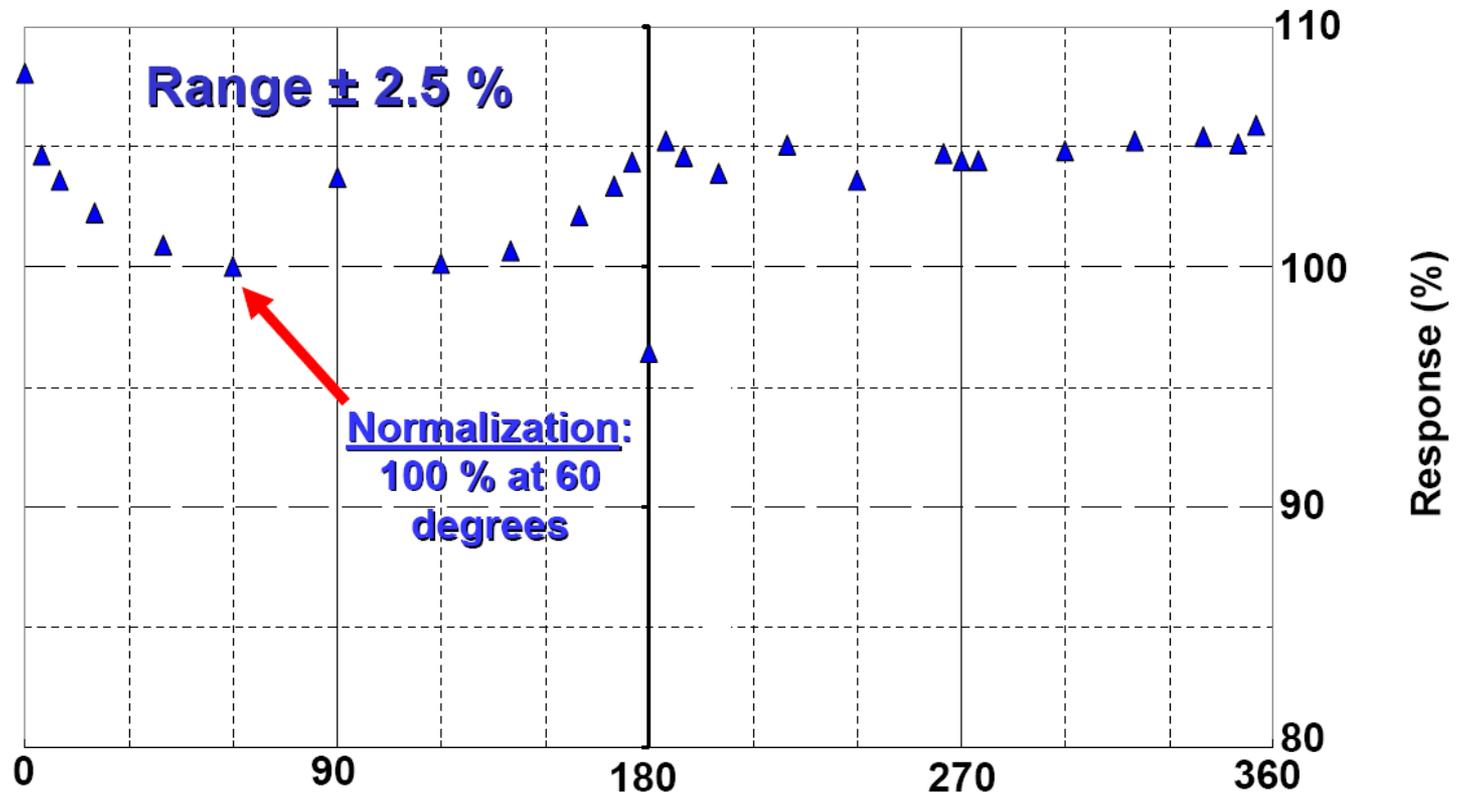


- Kalibrierung im Jahresabstand  
Empfindlichkeitsverlust:  
circa 1% pro kGy
- Kalibrierung durch Anwender
- Absolutkalibrierung mit  
Ionisationskammer
- Relativkalibrierung
- Richtungskalibrierung

# Delta<sup>4</sup> Relativkalibrierung



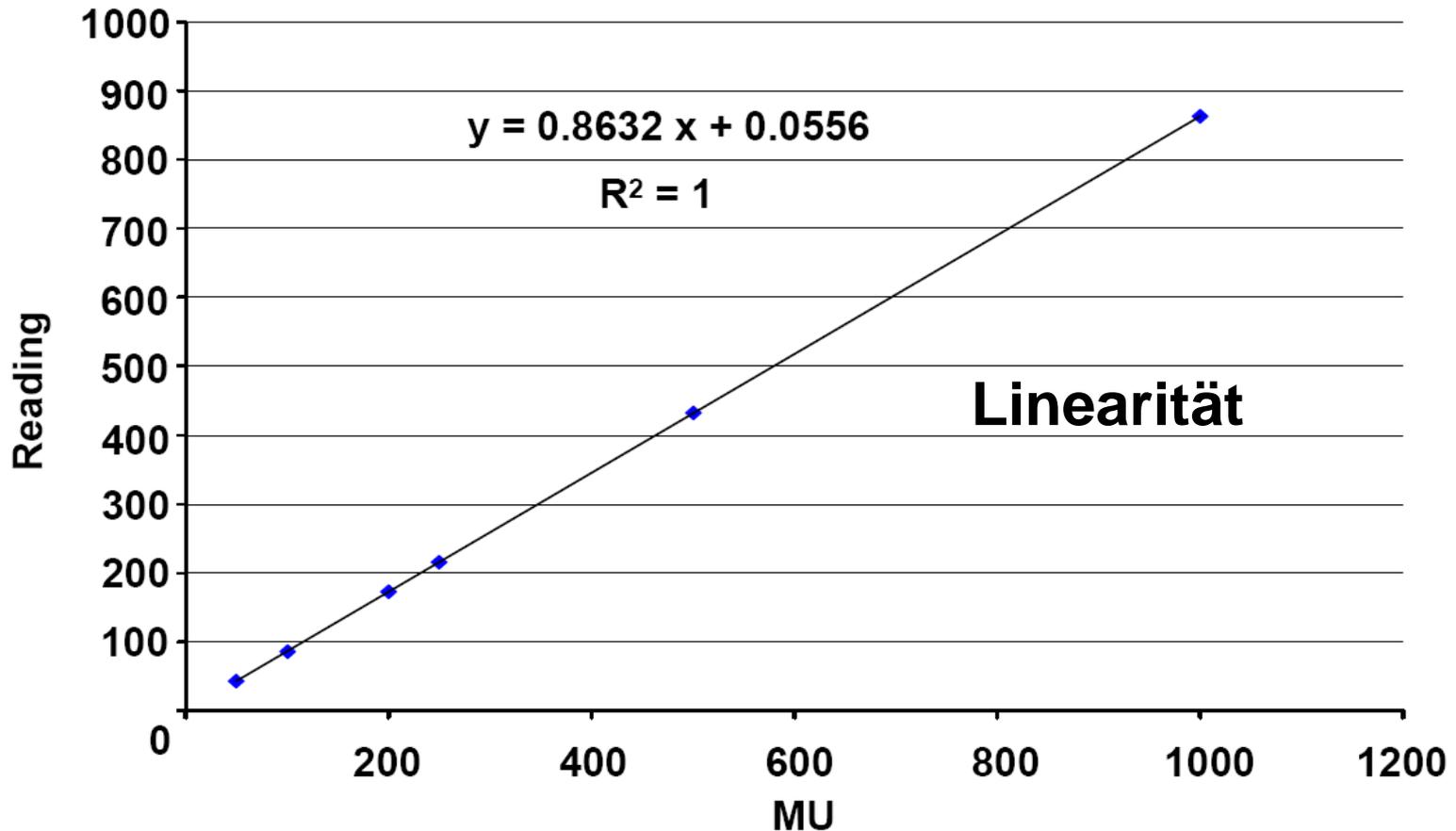
## Richtungsabhängigkeit der Detektoren



## Winkelabhängige Dosisantwort in Bezug auf die Hauptebene

Ram Sadagopan, UTMD Anderson Cancer Center Houston, TX.

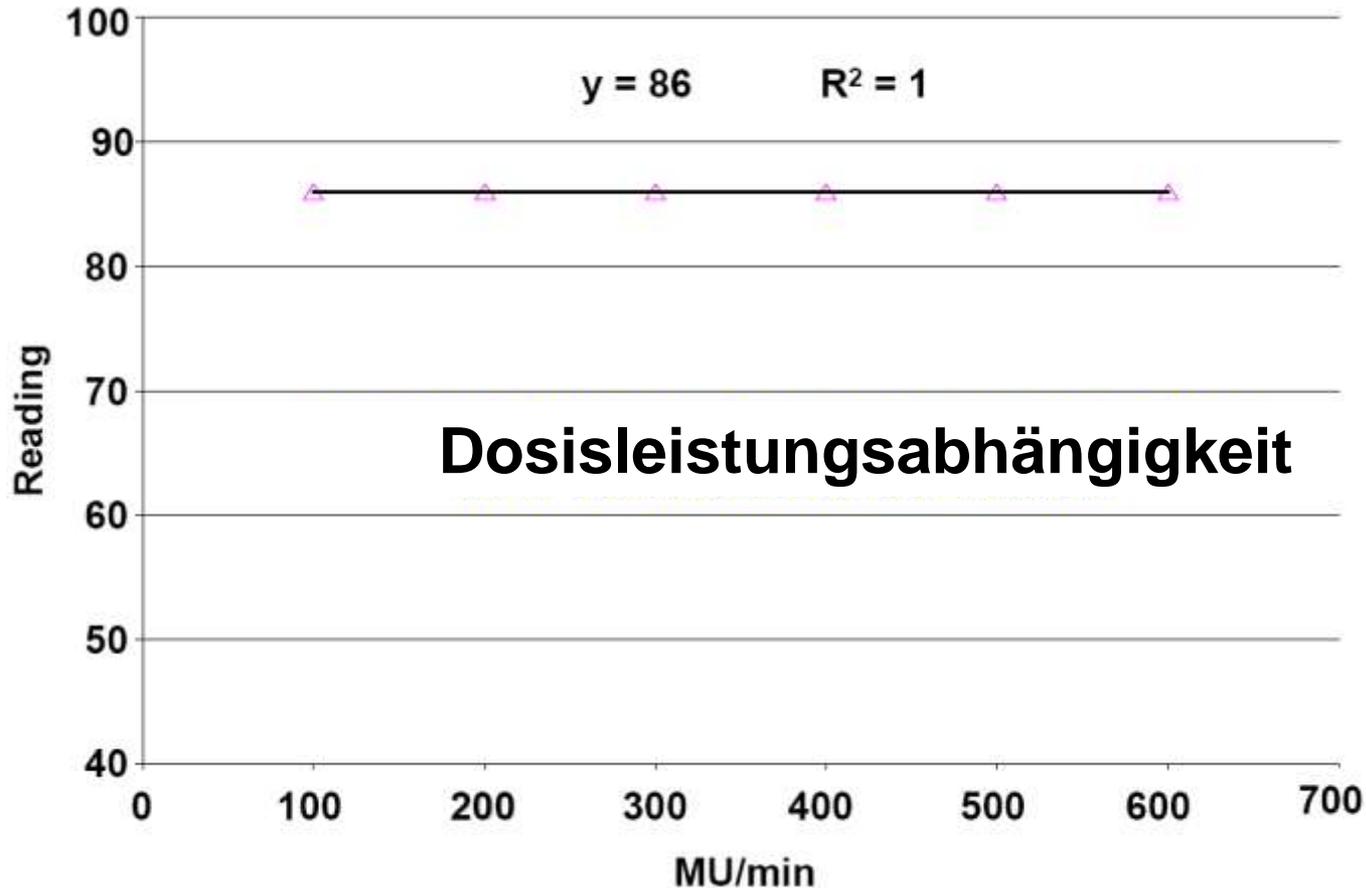
# Delta<sup>4</sup> Halbleitercharakteristik



## Dosisantwort des zentralen Detektors im Bereich von 50 bis 1000 MU

Ram Sadagopan, UTMD Anderson Cancer Center Houston, TX.

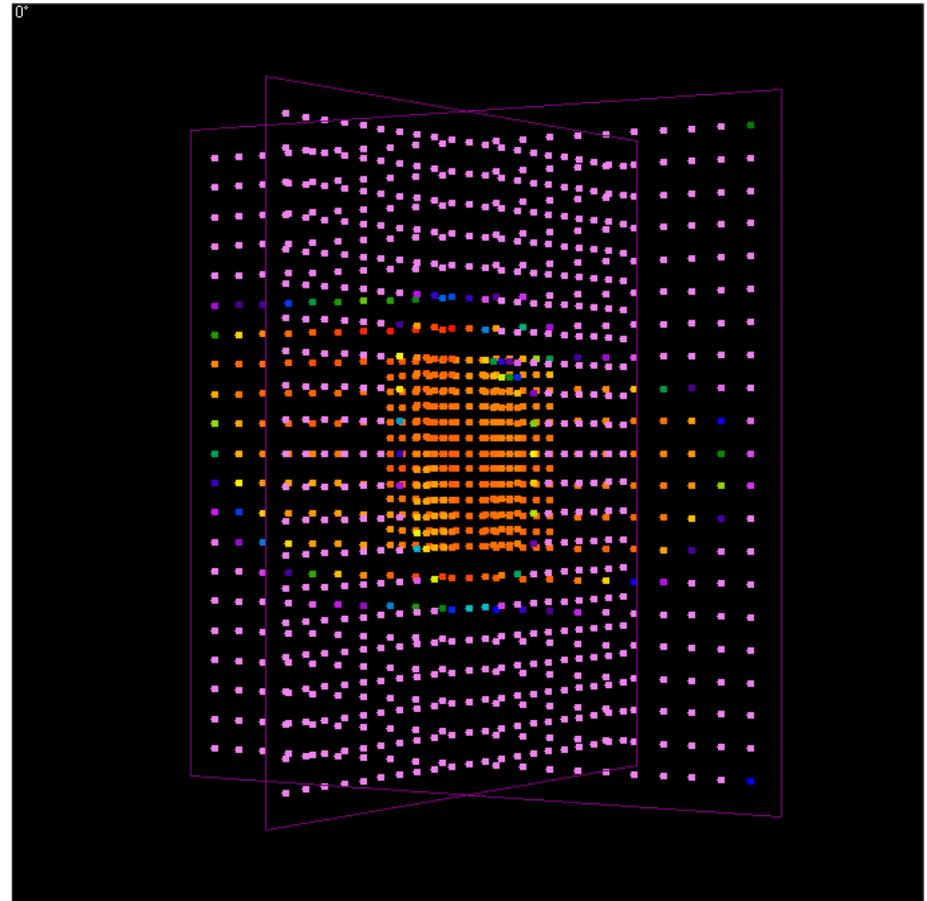
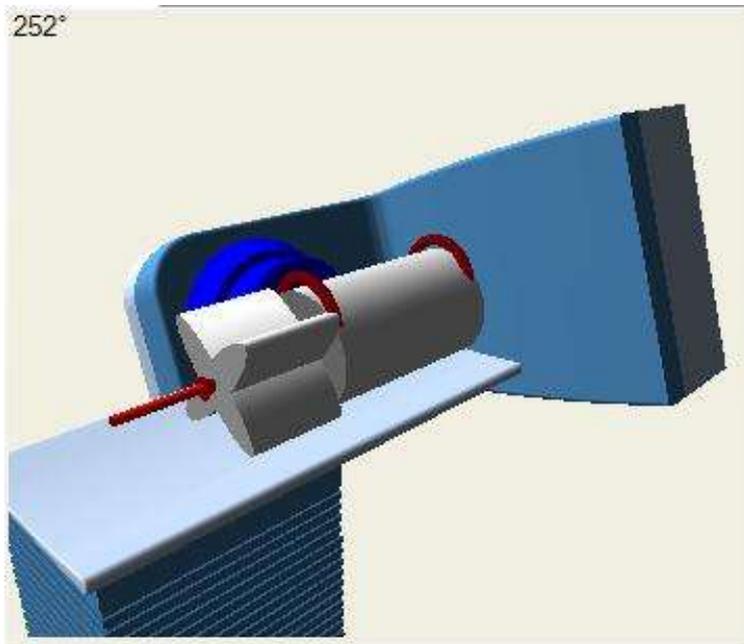
# Delta<sup>4</sup> Halbleitercharakteristik



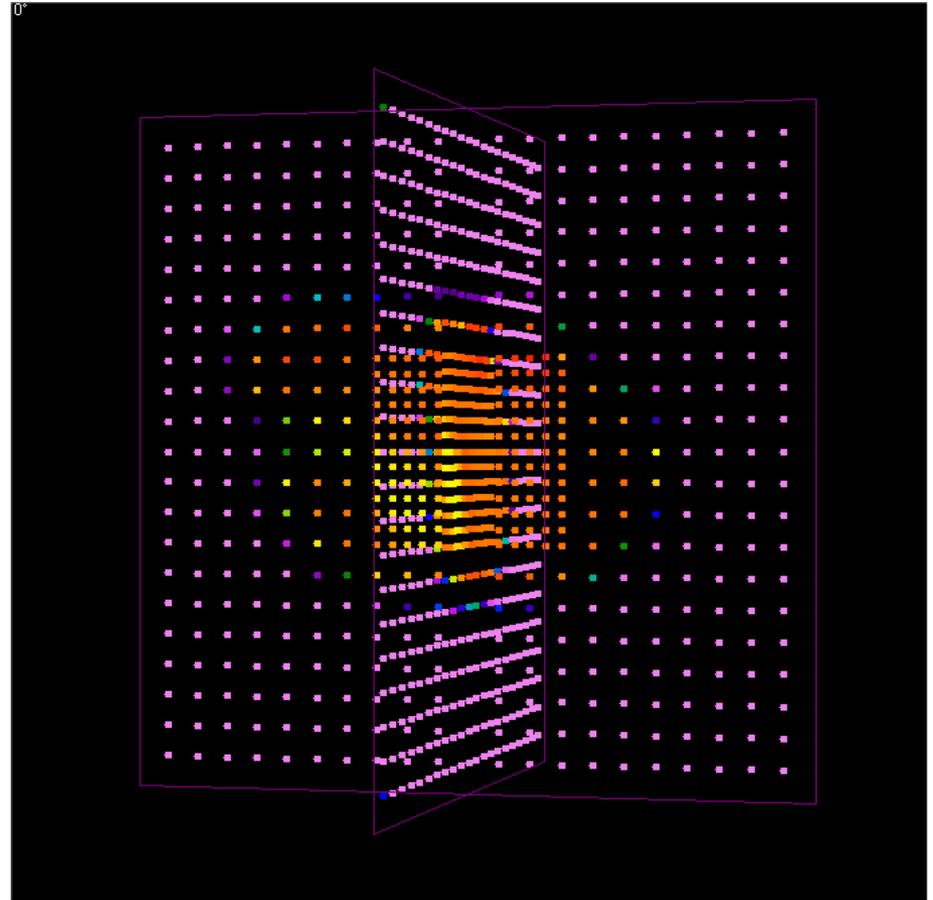
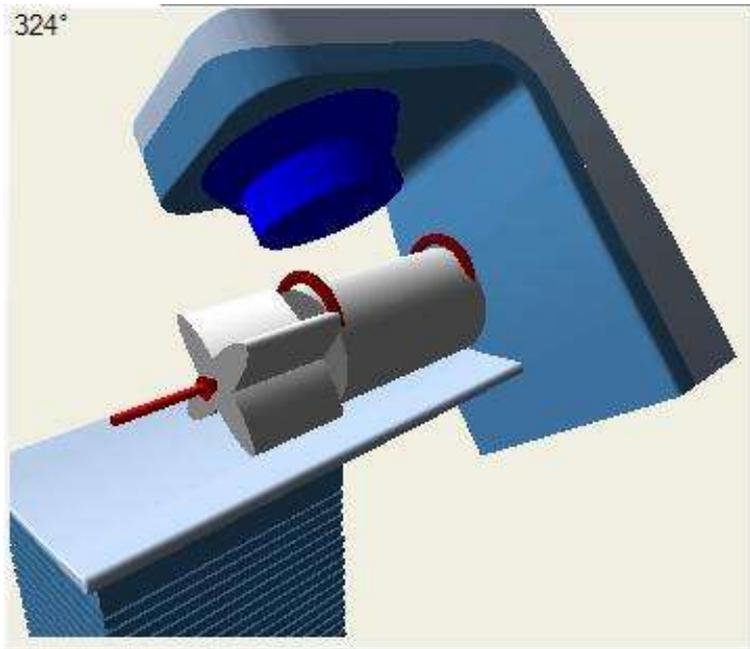
## Dosisleistungsabhängigkeit im Bereich von 100 bis 600 MU/min

Ram Sadagopan, UTMD Anderson Cancer Center Houston, TX.

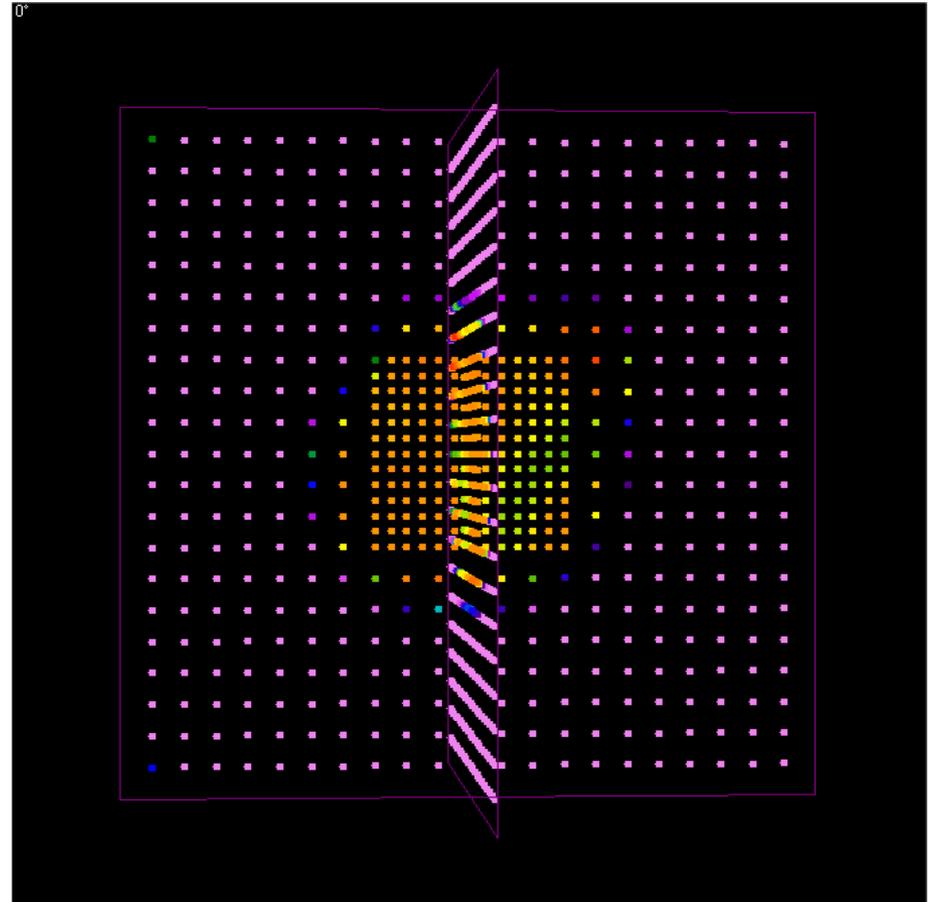
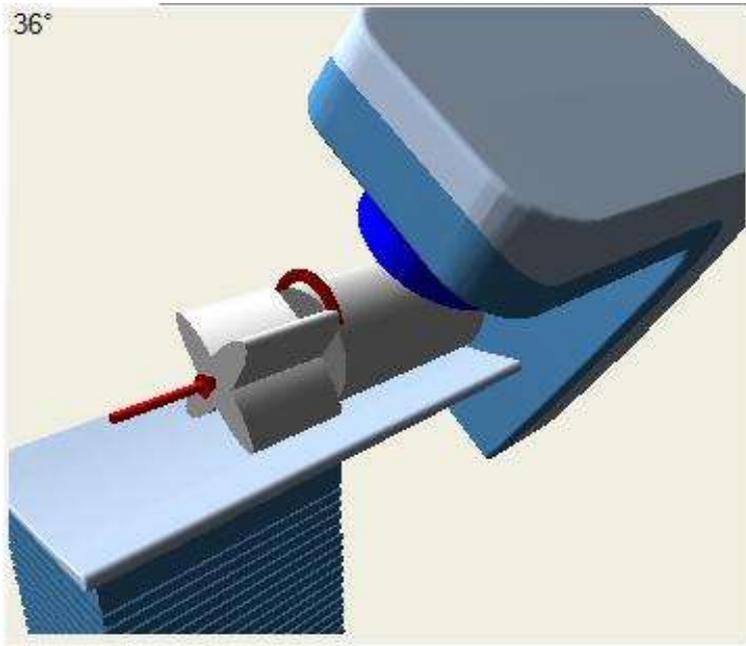
## Beam 4 cross section



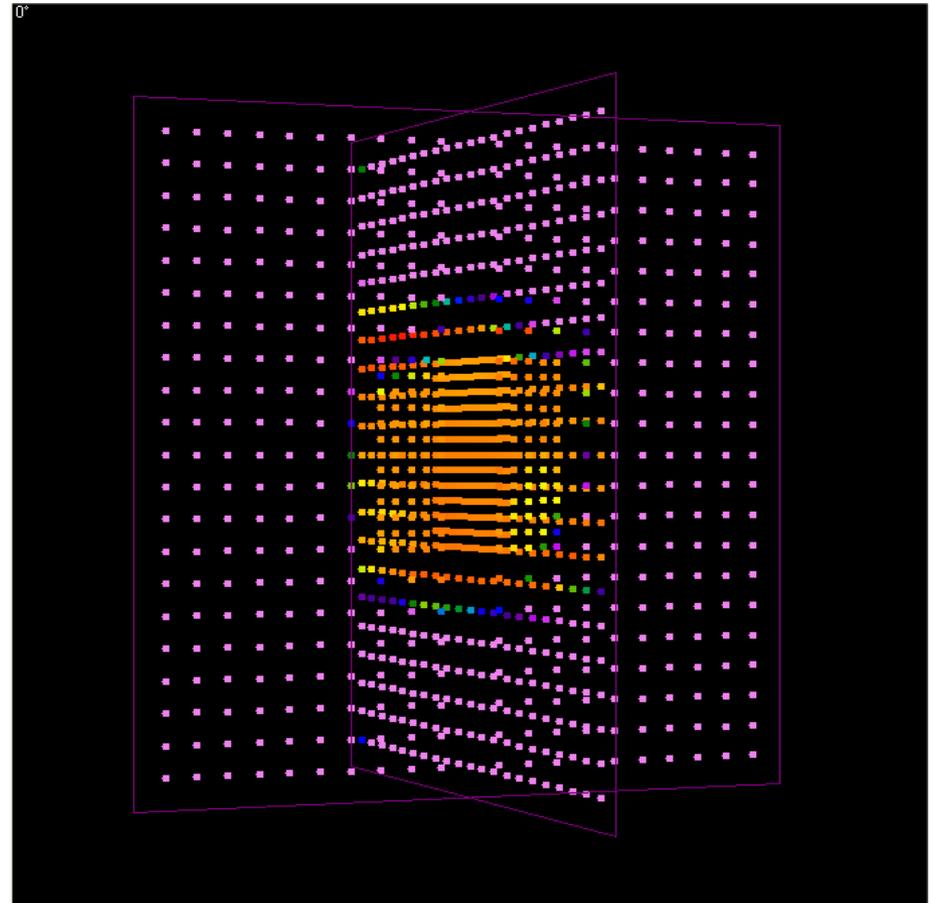
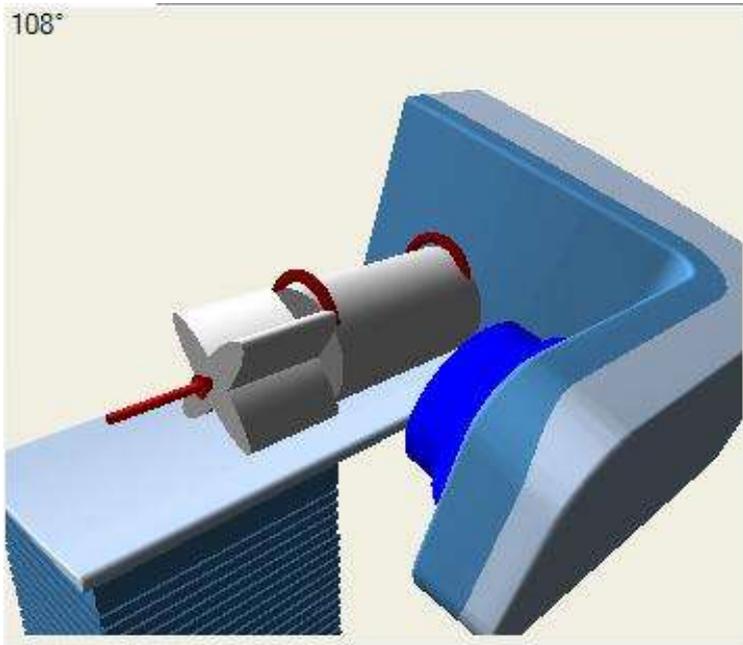
## Beam 5 cross section



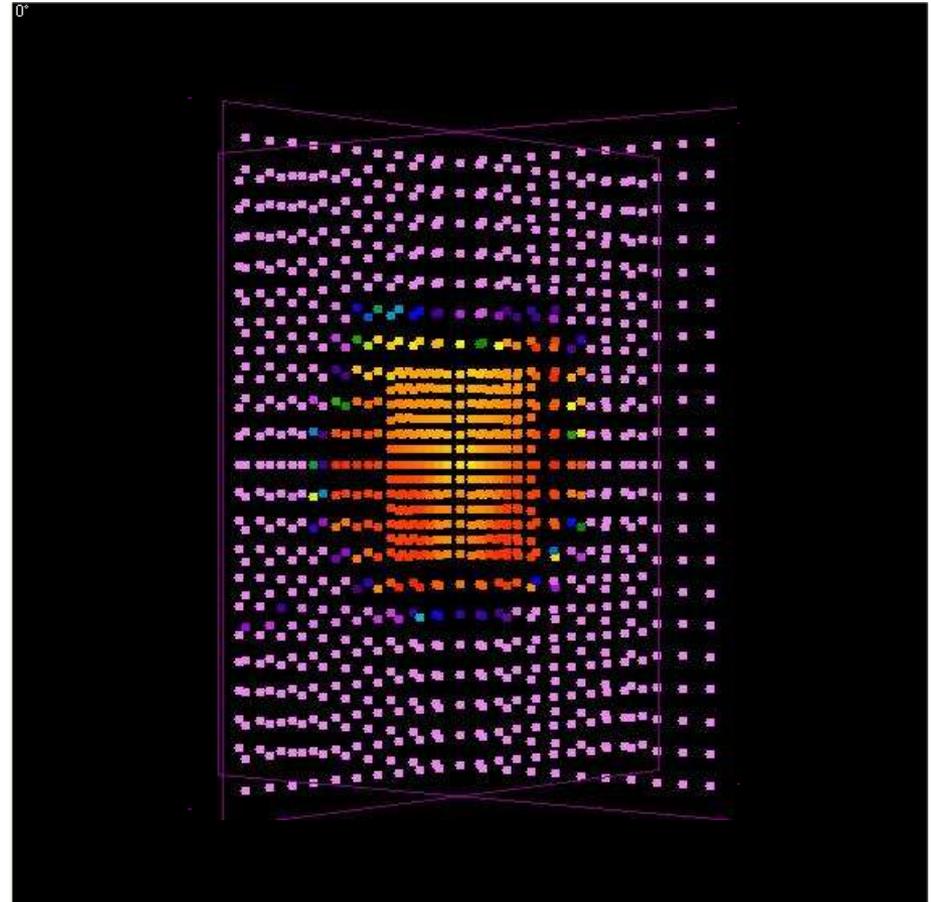
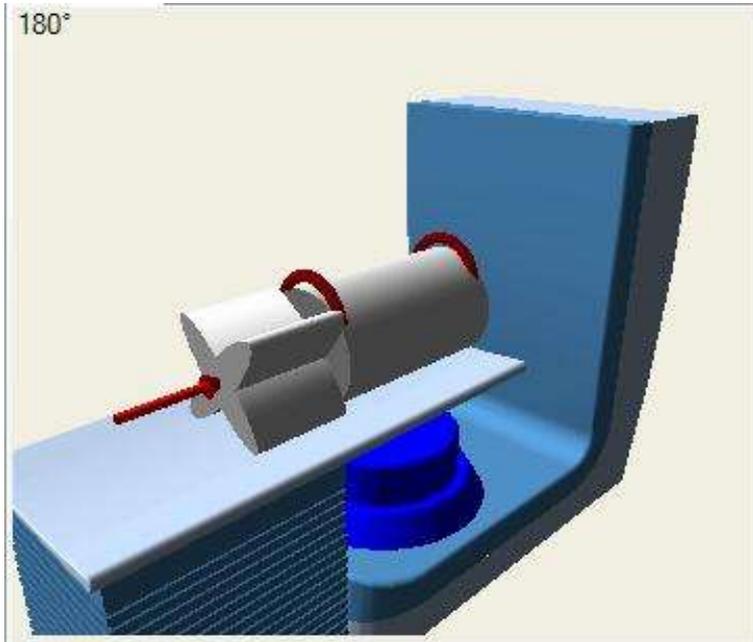
## Beam 1 cross section



## Beam 2 cross section



## Beam 3 cross section



# Delta<sup>4</sup> Anwendung 4D-Messung

---

Eine Messung liefert alle Daten von der Fraktionsdosis bis zum Kontrollpunktniveau

- IMRT
- VMAT <sup>TM</sup>
- Conformal Arc
- Rapid Arc <sup>TM</sup>
- TomoTherapy <sup>TM</sup>

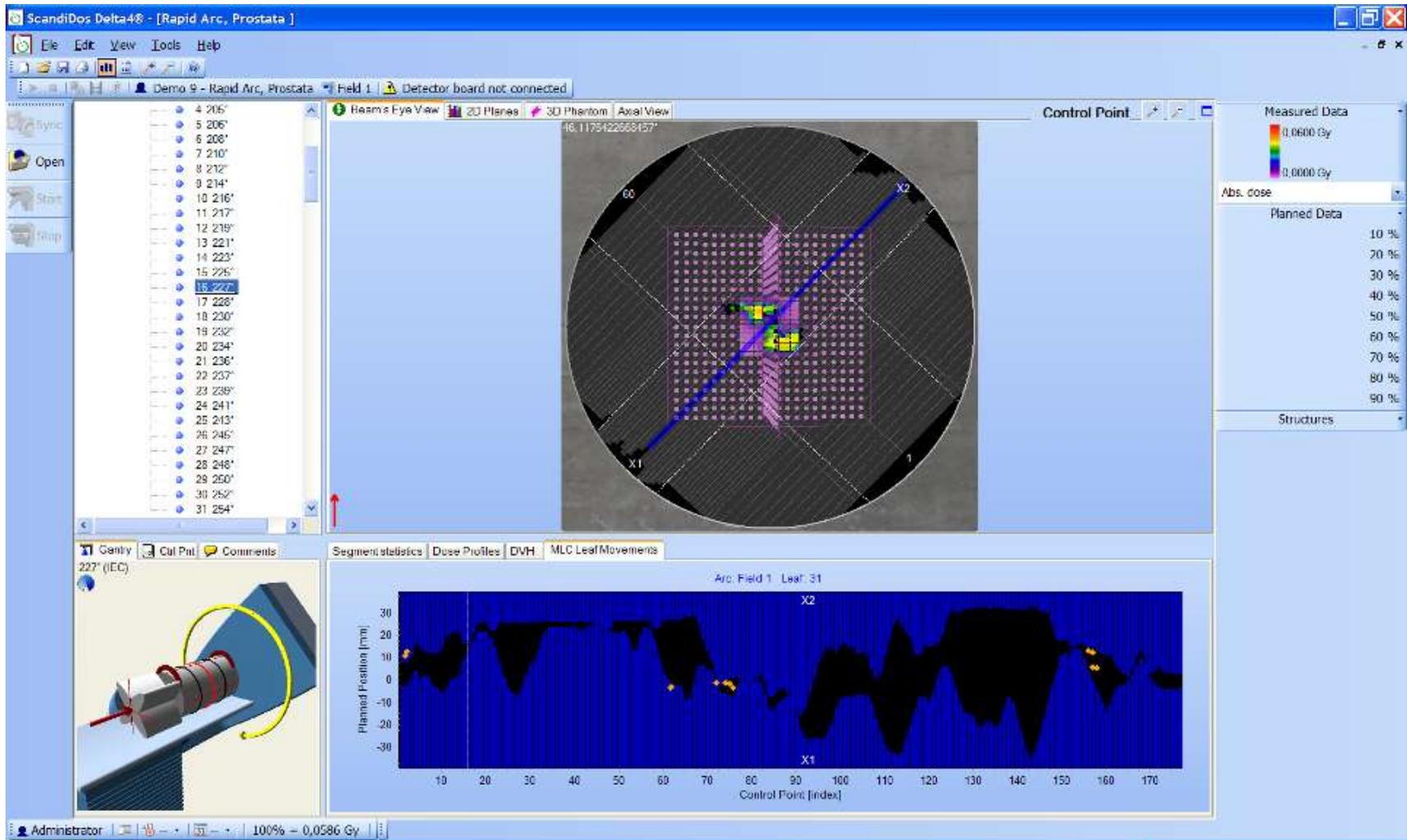
# Delta<sup>4</sup> Rotationsbestrahlungen



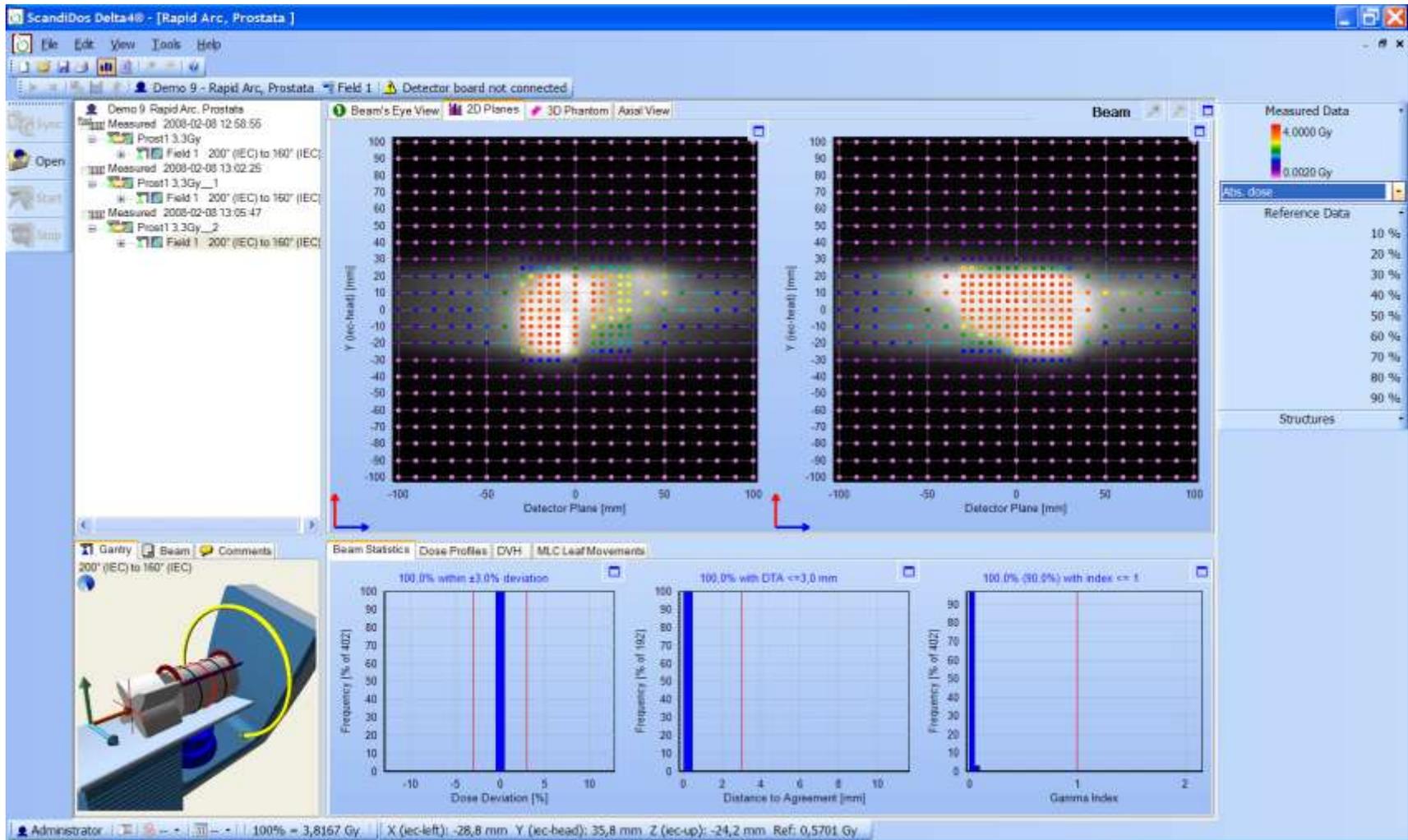
Delta<sup>4</sup> was selected for the verification of the first RapidArc and VMAT patients

- Rigshospitalet, Copenhagen
- Clatterbridge, UK
- Royal Marsden, UK
- Wien AKH, Austria

# Delta<sup>4</sup> Rotationsbestrahlungen

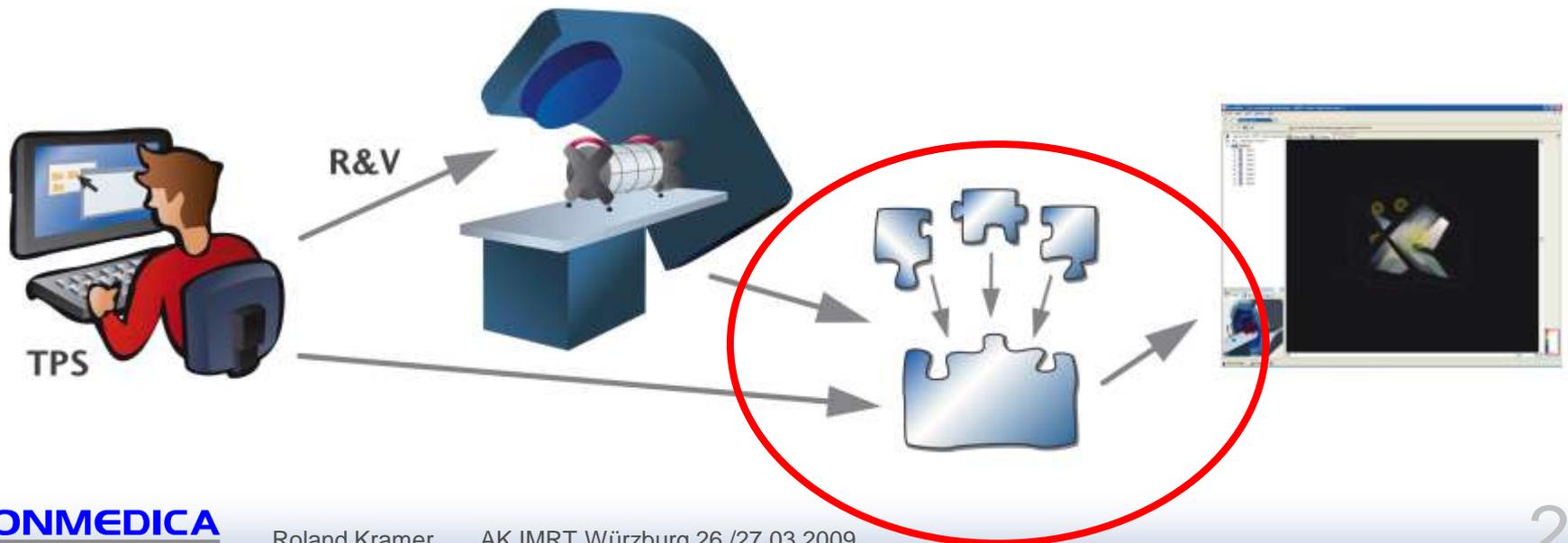


# Delta<sup>4</sup> Reproduzierbarkeit



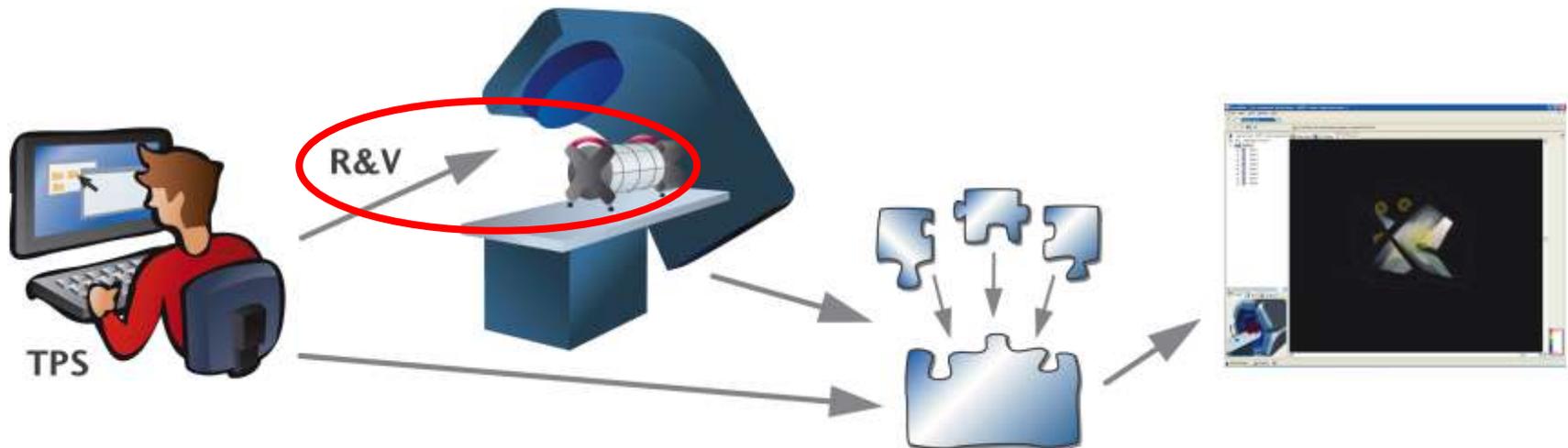
# Delta<sup>4</sup> Integration in die klinische Umgebung

- Übernahme des Bestrahlungsplans, Segmentierung und der Dosisverteilung vom TPS (DICOM-RT)
- Interface zur Beschleunigersteuerung (R&V)  
> Zuordnung der Messdaten zu den Feldsegmenten
- Software zur Auswertung und Vergleich Plan - Messung

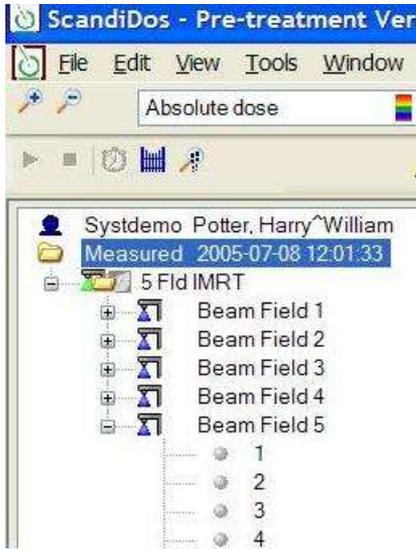


# Delta<sup>4</sup> Integration in die klinische Umgebung

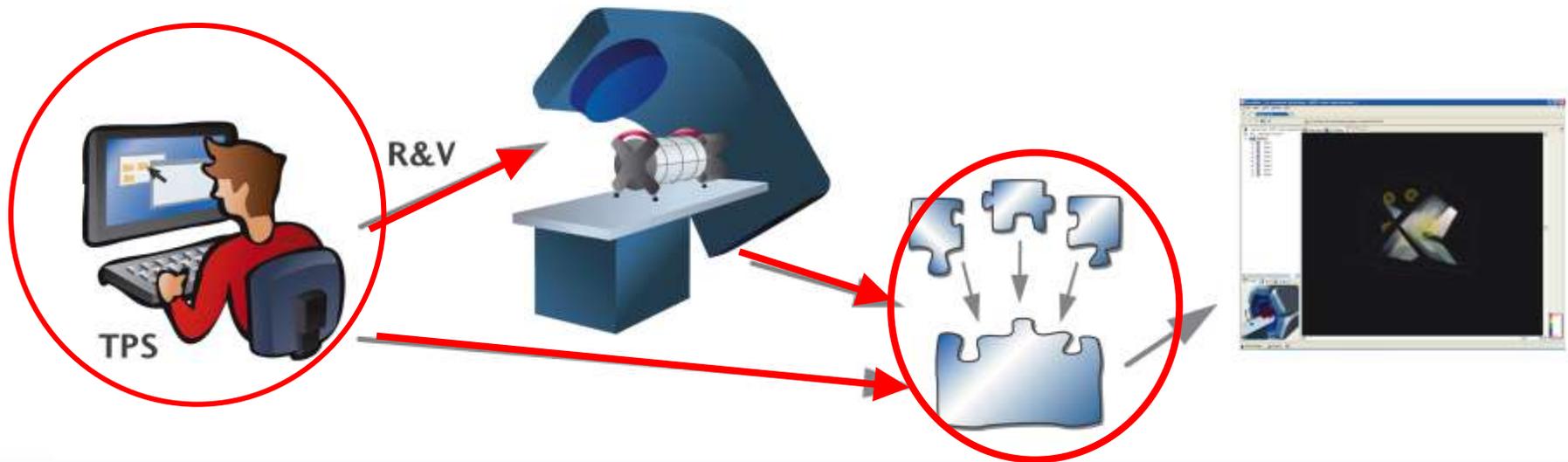
- R&V-System steuert die Messung wie bei normaler Patientenbestrahlung
- Messung können von MTRA durchgeführt werden



# Delta<sup>4</sup> Integration in die klinische Umgebung



- Datenübertragung vom TPS an das R&V-System und an das Delta<sup>4</sup>
- DICOM Server
- Automatische Messwerterfassung und Zuordnung zu den Bestrahlungssegmenten

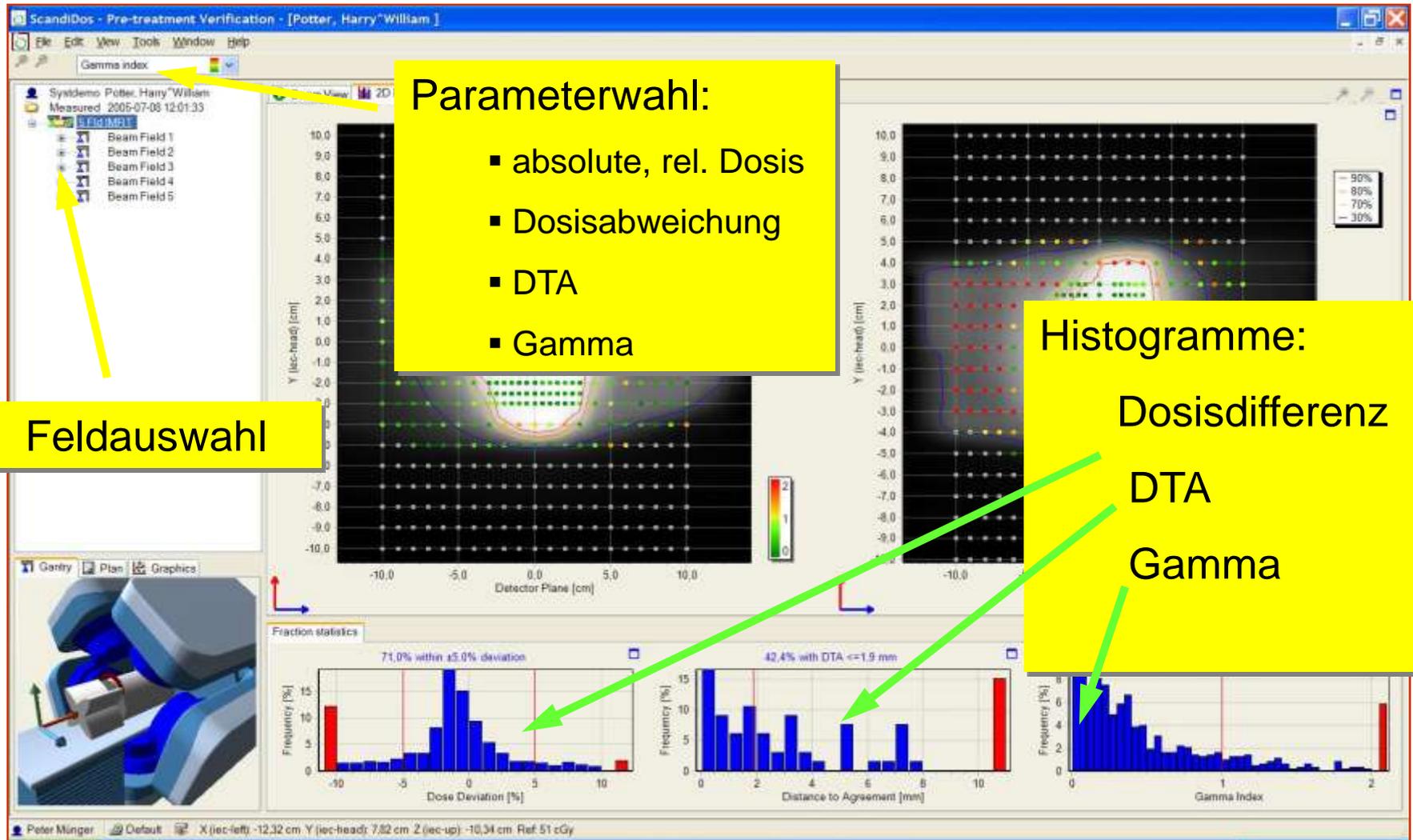


# Delta<sup>4</sup> Detaillierte Auswertung

---

- Bewertung der Abweichungen
  - Darstellung der Fraktionsdosis
  - Darstellung der Patientenkonturen (Zielvolumen und Risikoorgane)
- Bestimmung der Ursache von Abweichungen
  - Abweichungen können bis auf Kontrollpunktniveau verfolgt werden

# Delta<sup>4</sup> Analyse Fraktionsniveau



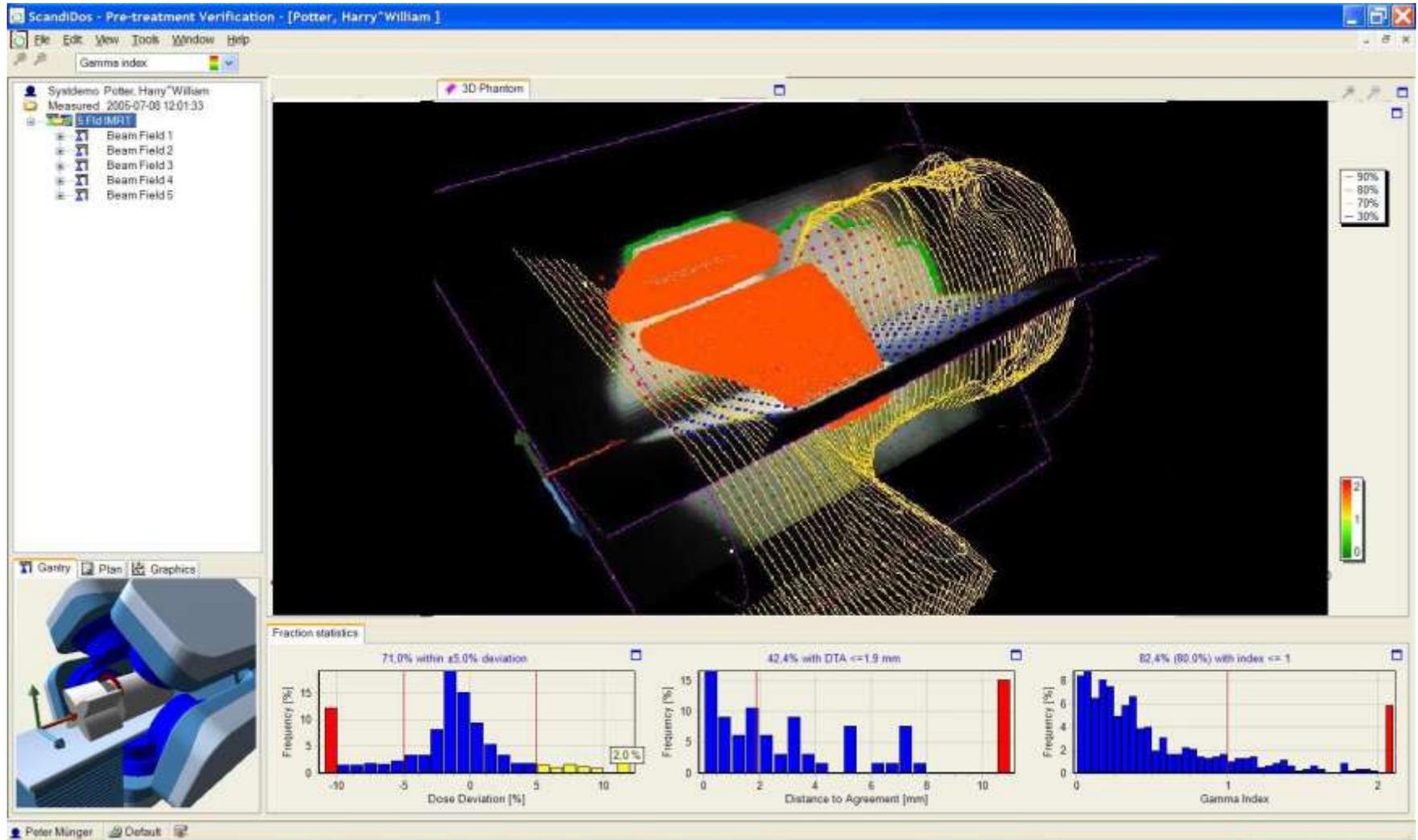
# Delta<sup>4</sup> Analysekriterien

The image shows a screenshot of the ScandiDos software interface. On the left, a window titled "ScandiDos - Pre-treatment Veri" displays a tree view of beam fields (Beam Field 1 to 5) and a 3D model of a patient's head and neck. The main window is a "Pass / Fail Criteria" dialog box with the following settings:

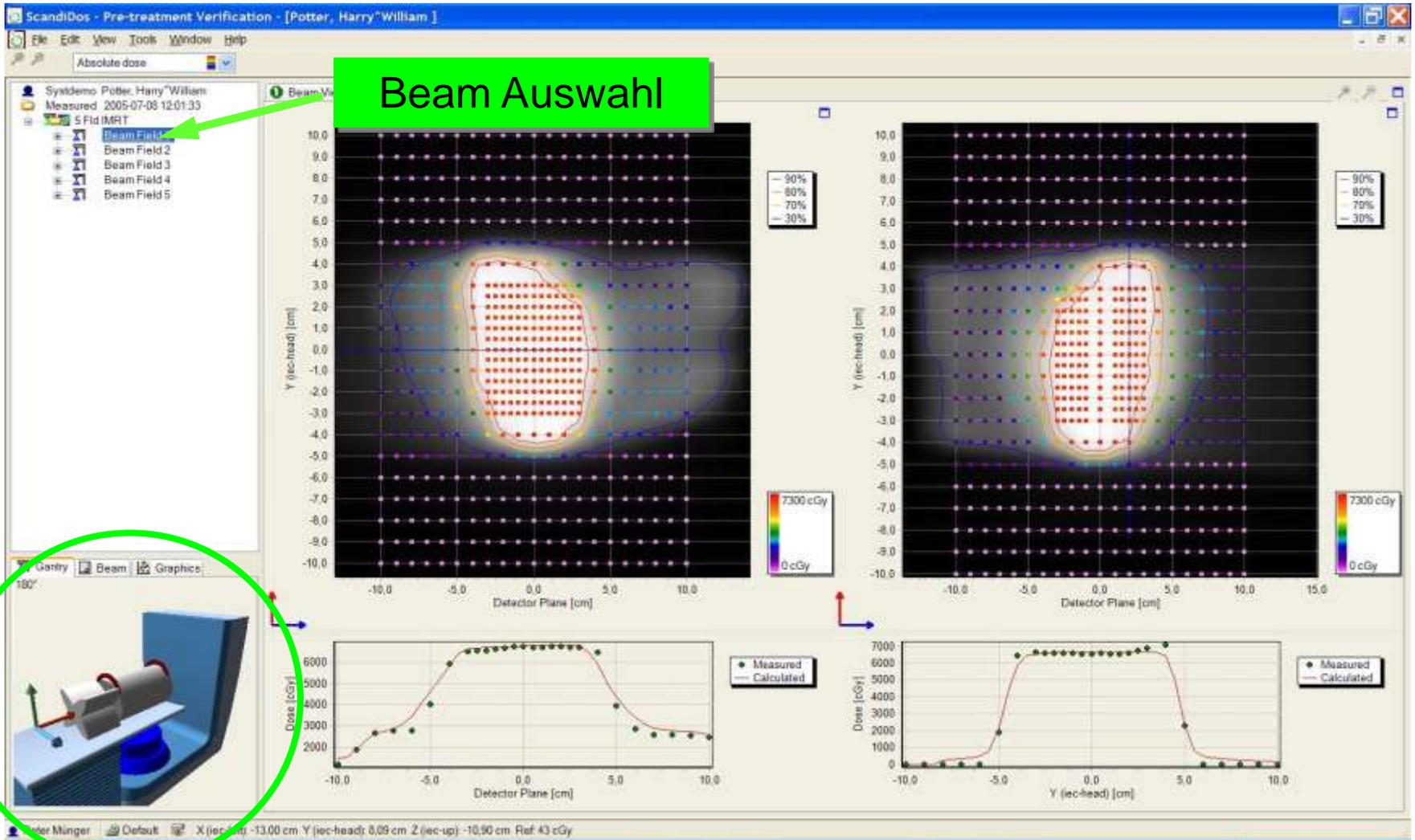
- Dose Deviation:**  Pass if 90.0 % have a deviation within  $\pm 5.0$  %  
Include detectors in dose range 5 % to 500 %
- Distance to Agreement, DTA:**  Pass if 50.0 % have a DTA  $\leq 2.0$  mm  
Include detectors where gradient is  $\geq 1.0$  % / mm
- Gamma Index:**  Pass if 90.0 % have a gamma index  $\leq 1.0$   
Max dose deviation  $\pm 3.0$  %  
Max spatial deviation  $\pm 3.0$  mm  
Include detectors in dose range 10 % to 200 %
- MLC Leaves:**
  - Overdose Outside Field:**
    - Major:  $\geq 3.0$  mm outside and  $> 40$  % of max dose
    - Minor: 1.5 to 3.0 mm outside and  $> 60$  % of max dose
  - Underdose Inside Field:**
    - Major:  $\geq 3.0$  mm inside and  $< 60$  % of max dose
    - Minor: 1.5 to 3.0 mm inside and  $< 40$  % of max dose

On the right, a heatmap displays the Gamma Index for a specific beam field. A green arrow points to a region of high deviation. A green box with white text is overlaid on the heatmap, reading "Hervorheben von Abweichungen". Below the heatmap is a histogram showing the frequency distribution of the Gamma Index, with a peak around 1.0.

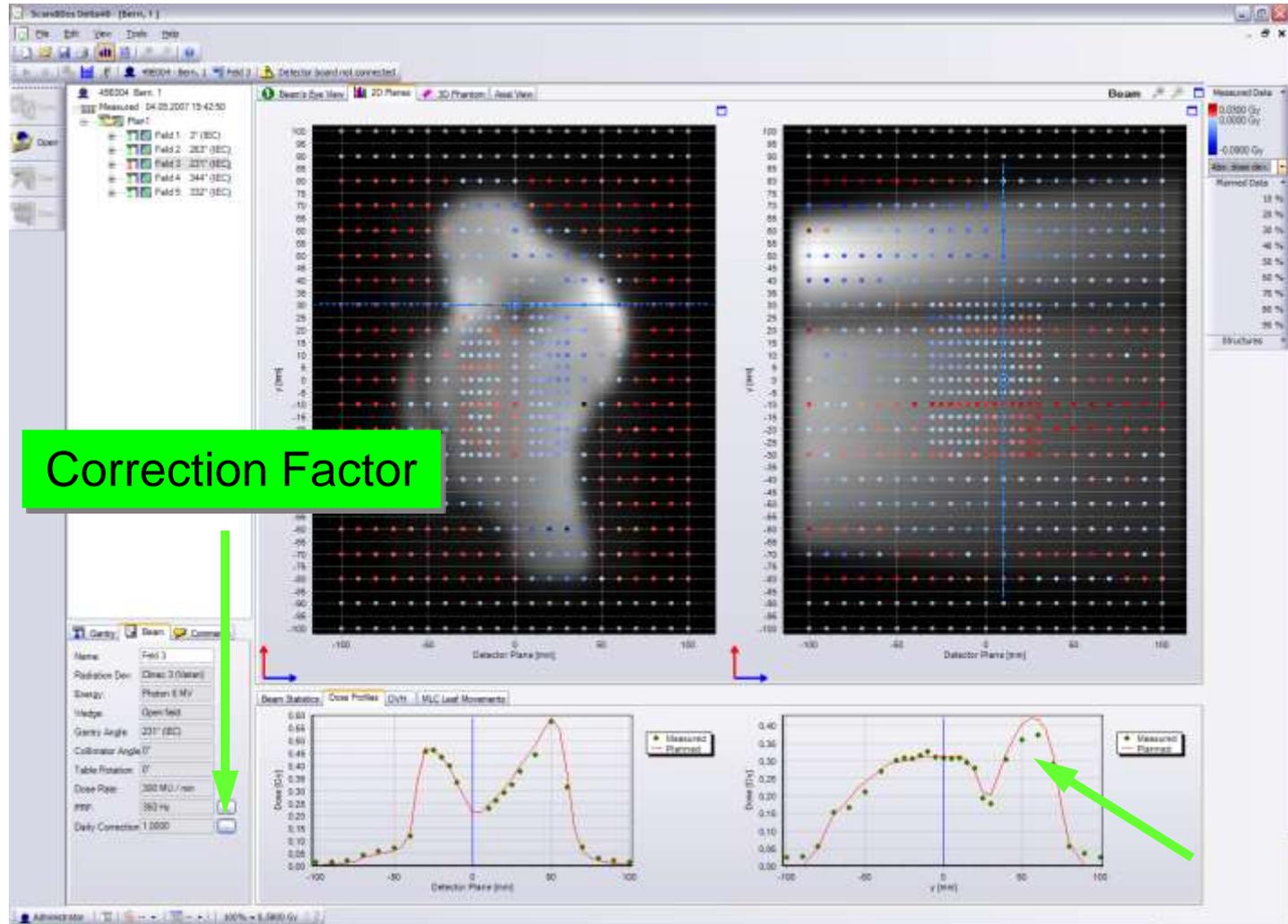
# Delta<sup>4</sup> Analyse Fraktionsniveau



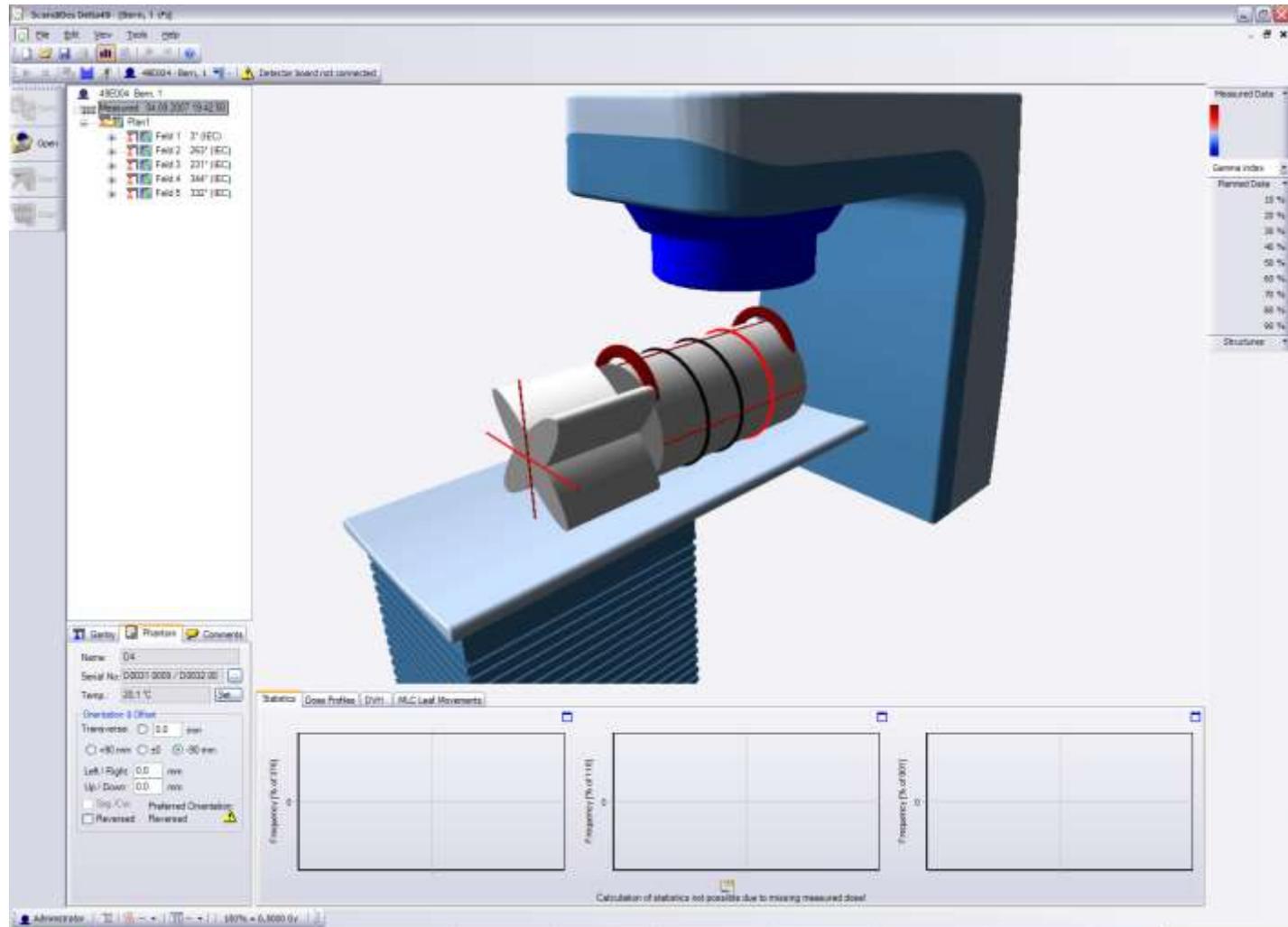
# Delta<sup>4</sup> Detailanalyse



# Delta<sup>4</sup> Detailanalyse



# Delta<sup>4</sup> Versatz



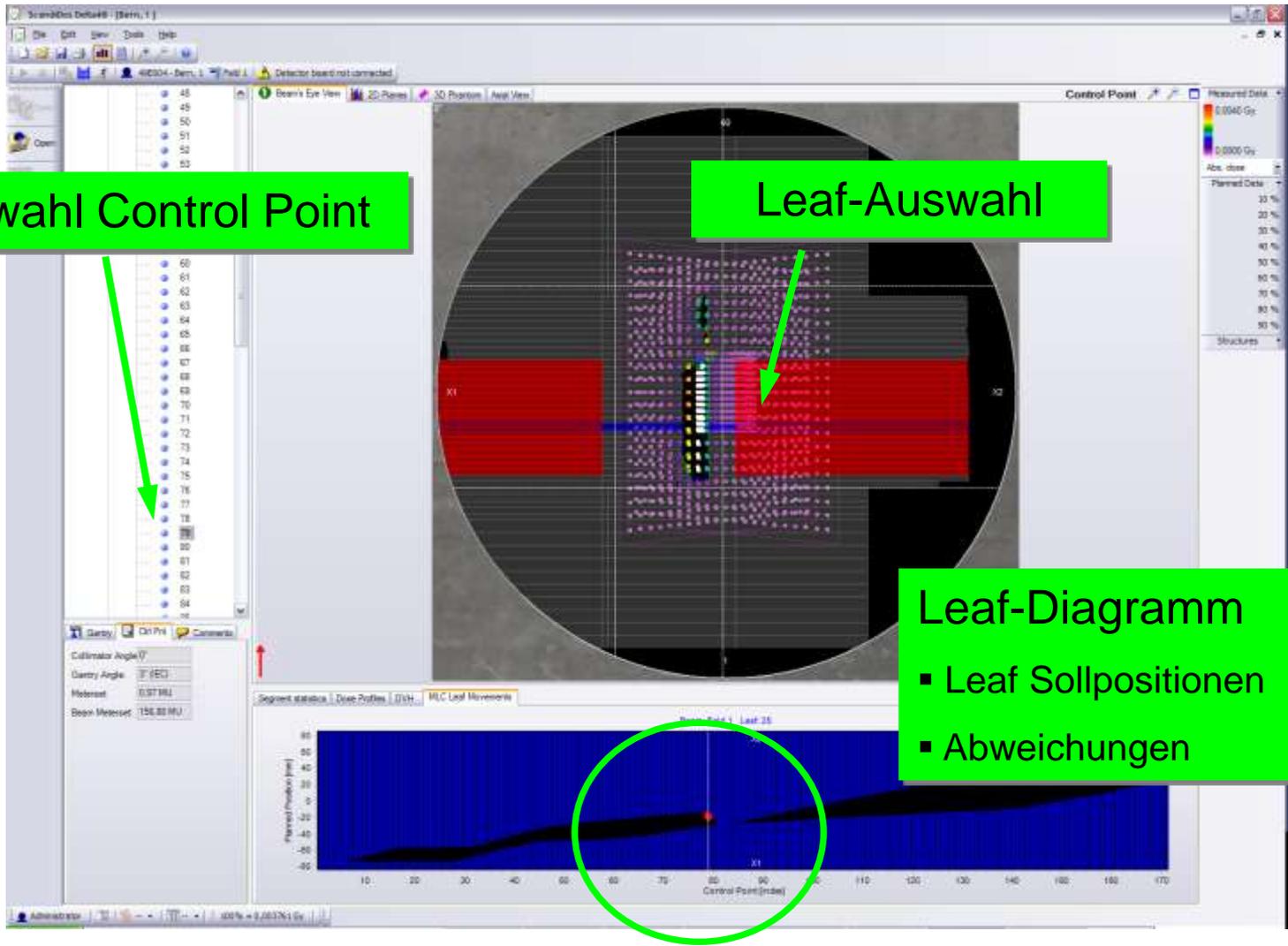
# Delta<sup>4</sup> Detailanalyse Segmentniveau

Auswahl Control Point

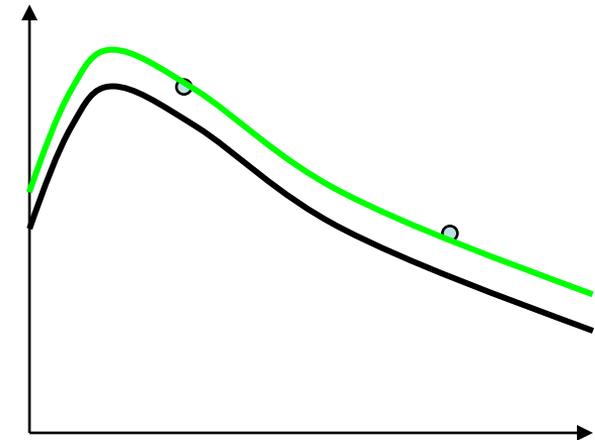
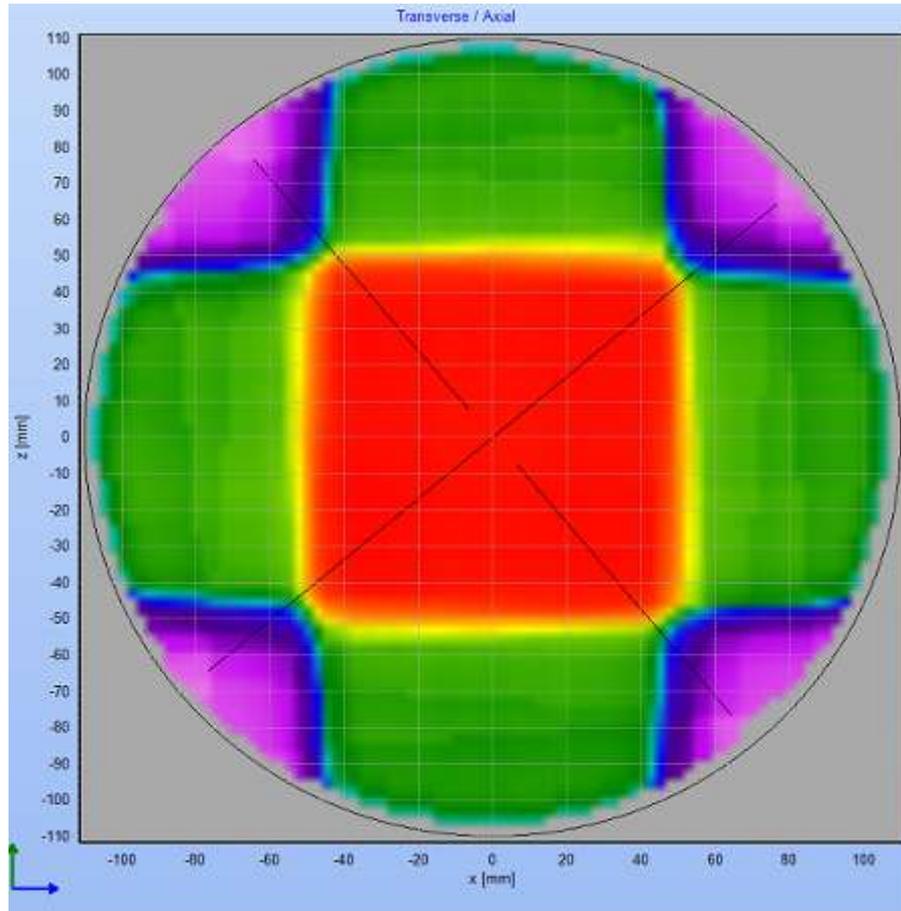
Leaf-Auswahl

Leaf-Diagramm

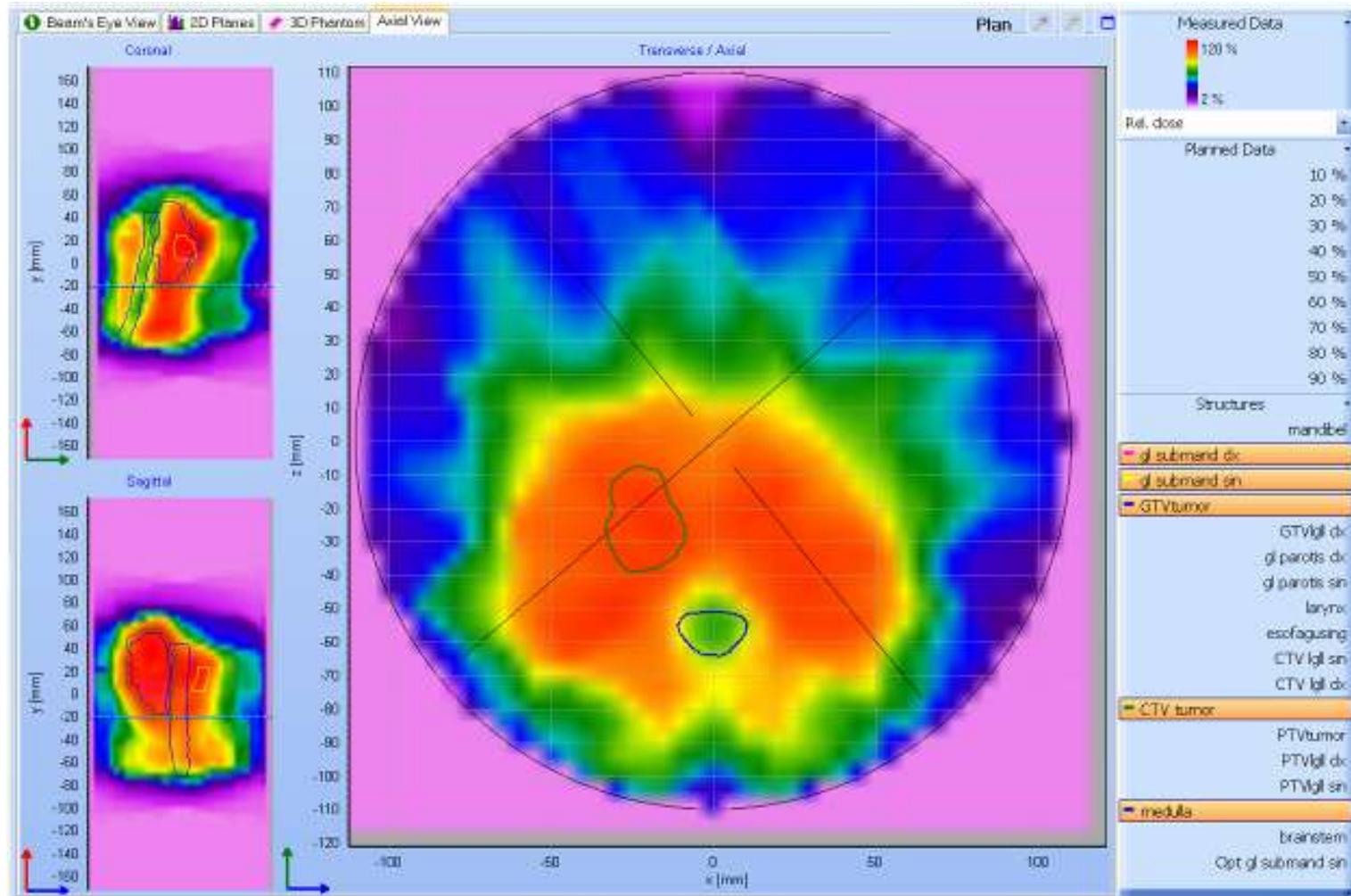
- Leaf Sollpositionen
- Abweichungen



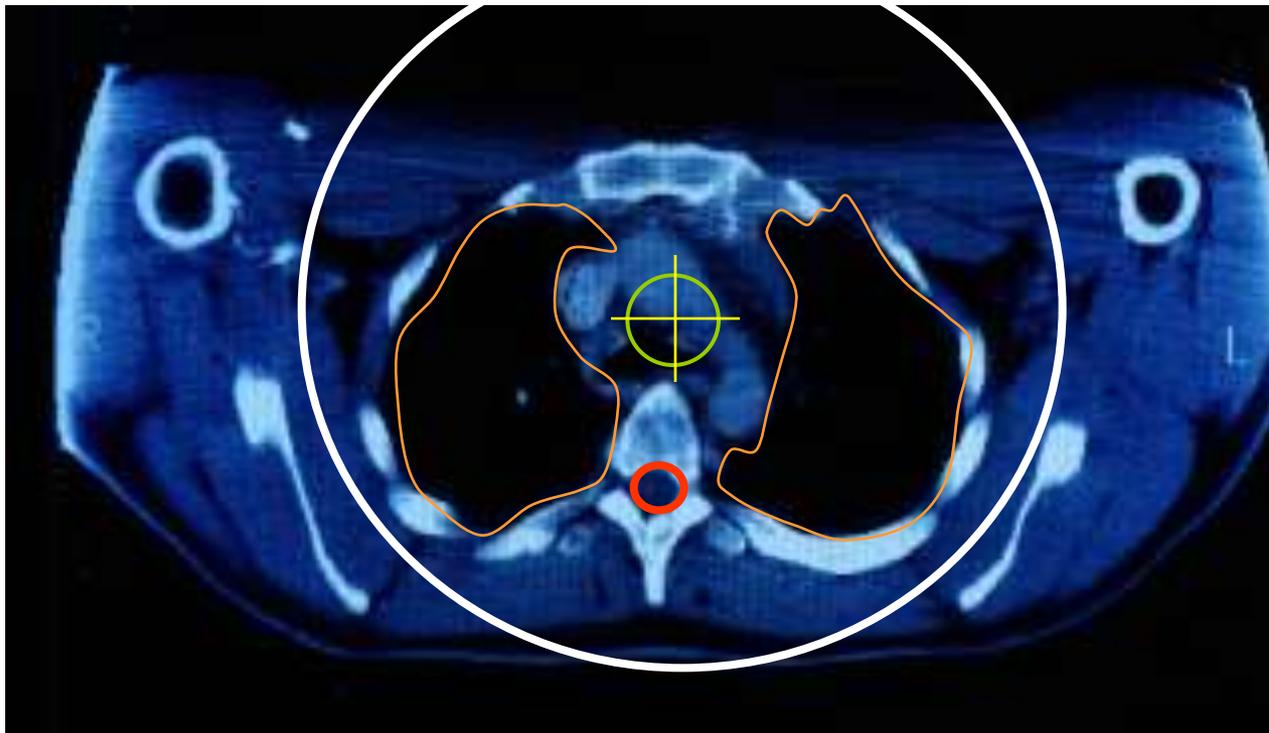
# Delta<sup>4</sup> 3D DVH Darstellung



# Delta<sup>4</sup> 3D DVH Darstellung



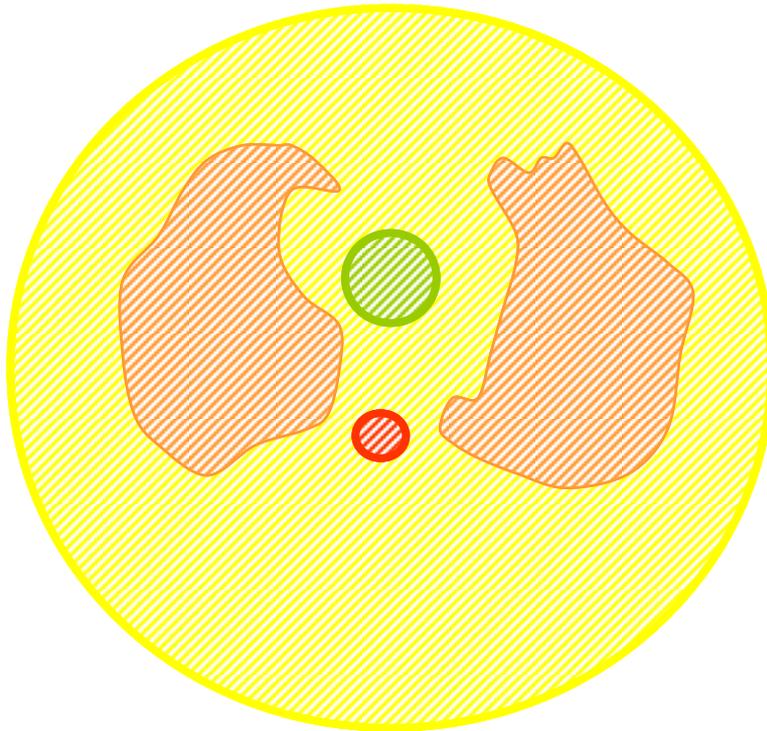
# Delta<sup>4</sup> 3D DVH Darstellung



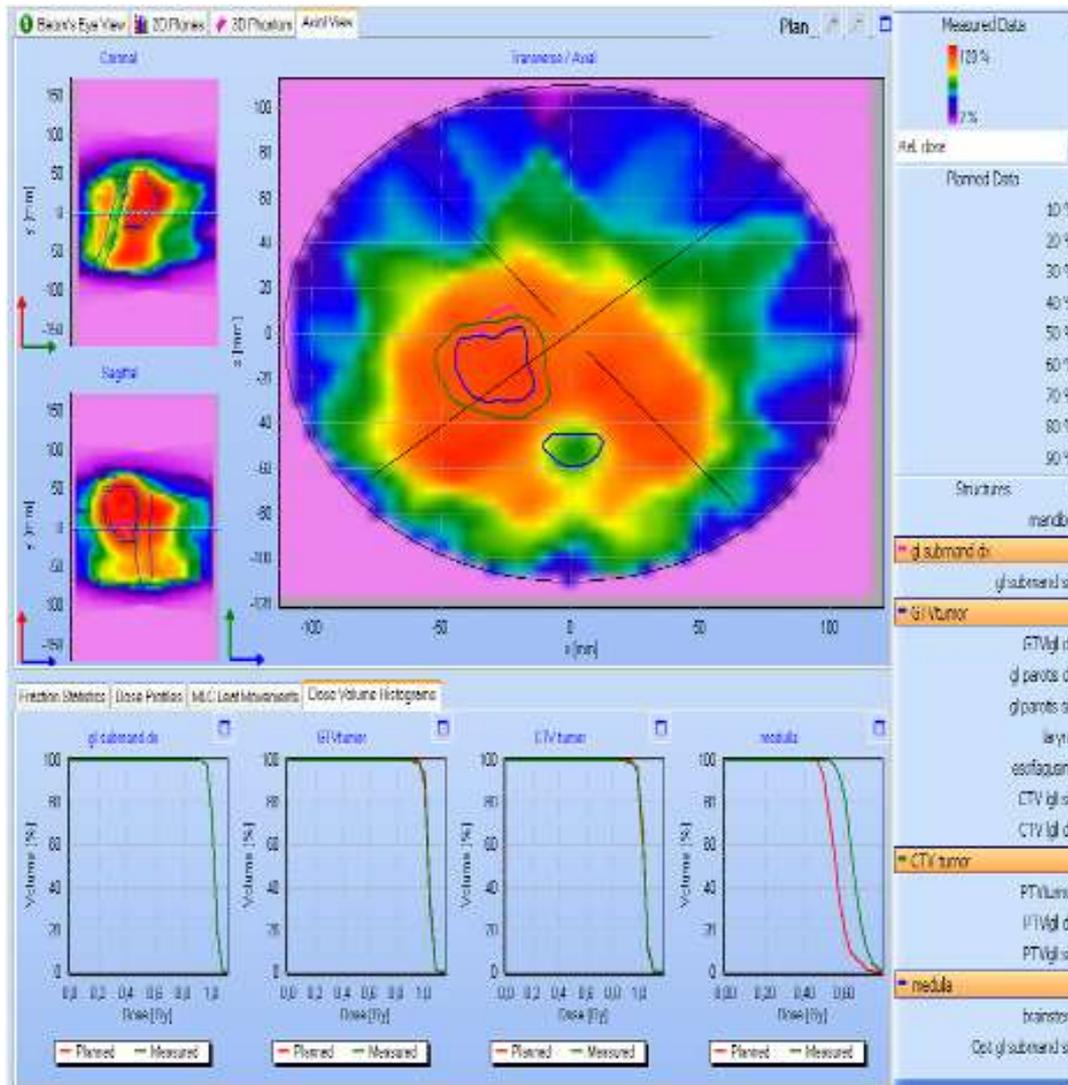
- Patientenanatomie
- Tumor
- Risikoorgane
- Isozentrum
- Phantomumriss

# Delta<sup>4</sup> 3D DVH Darstellung

---



# Delta<sup>4</sup> 3D DVH Darstellung

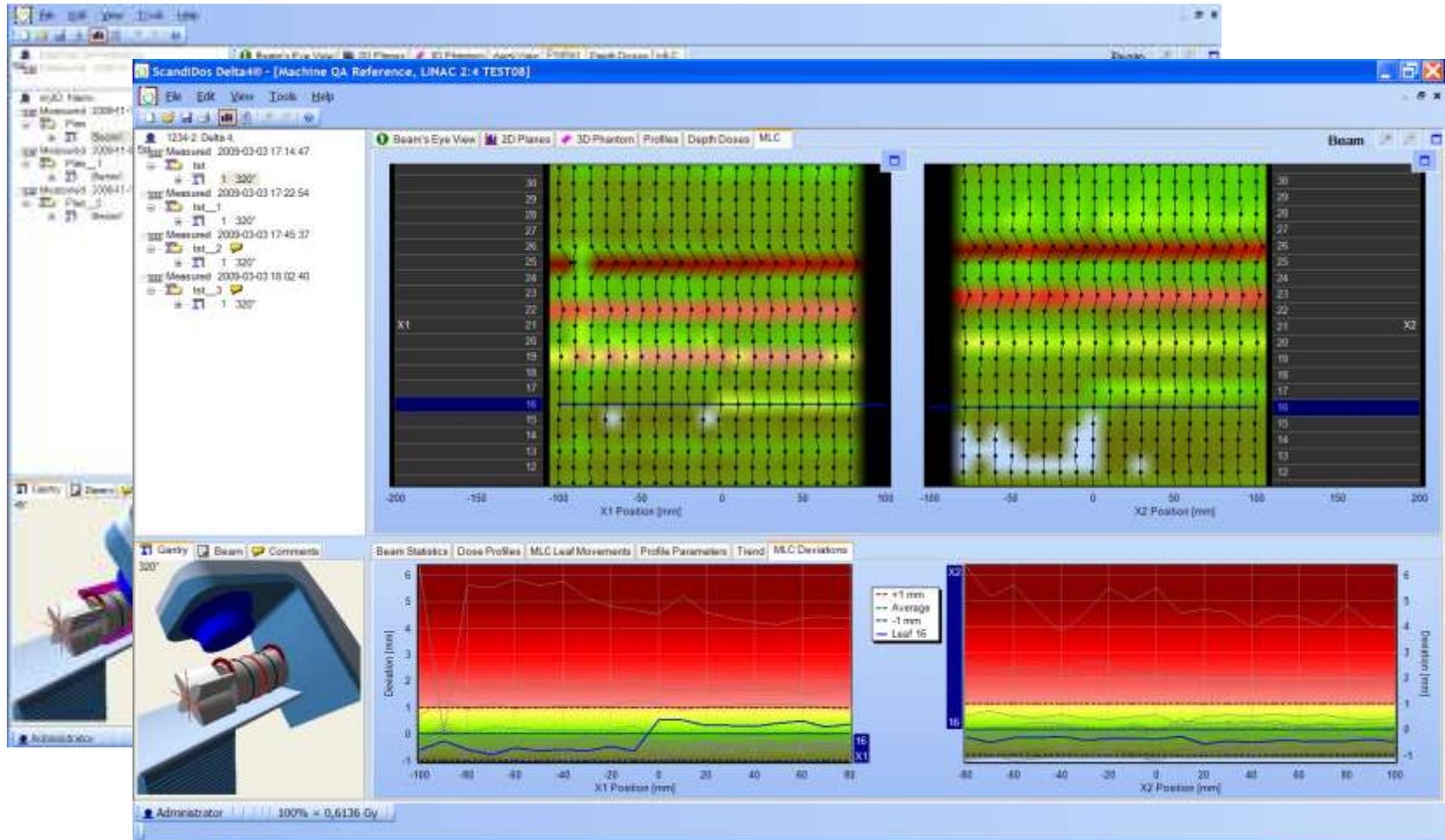


# Delta<sup>4</sup> Machine QA

---

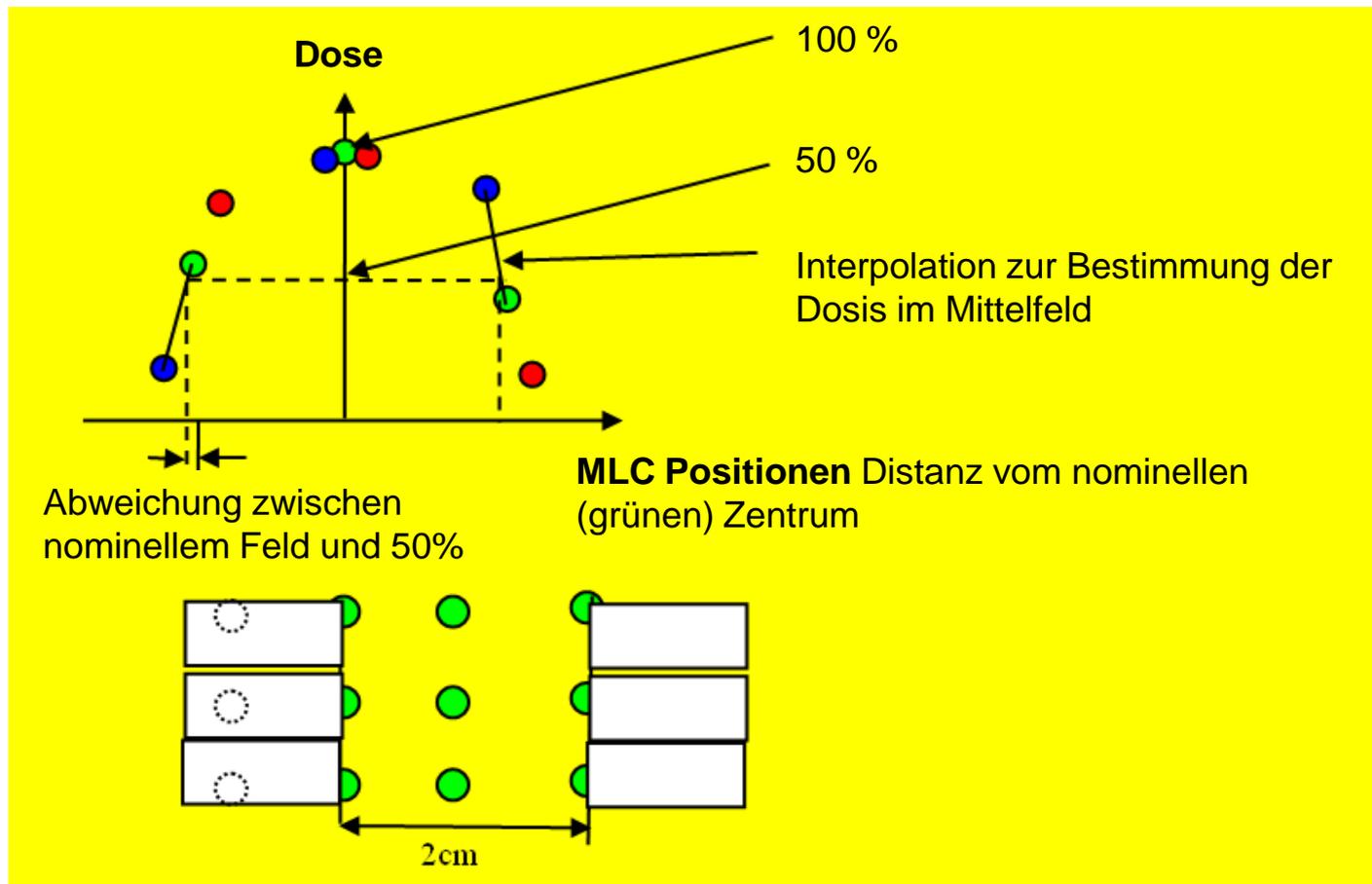
- Dynamische Konstanzprüfungen
- MLC-Prüfung

# Delta<sup>4</sup> Machine QA



# Delta<sup>4</sup> Machine QA MLC-Tests

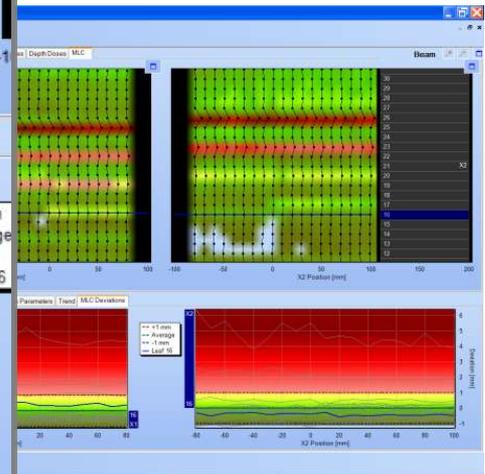
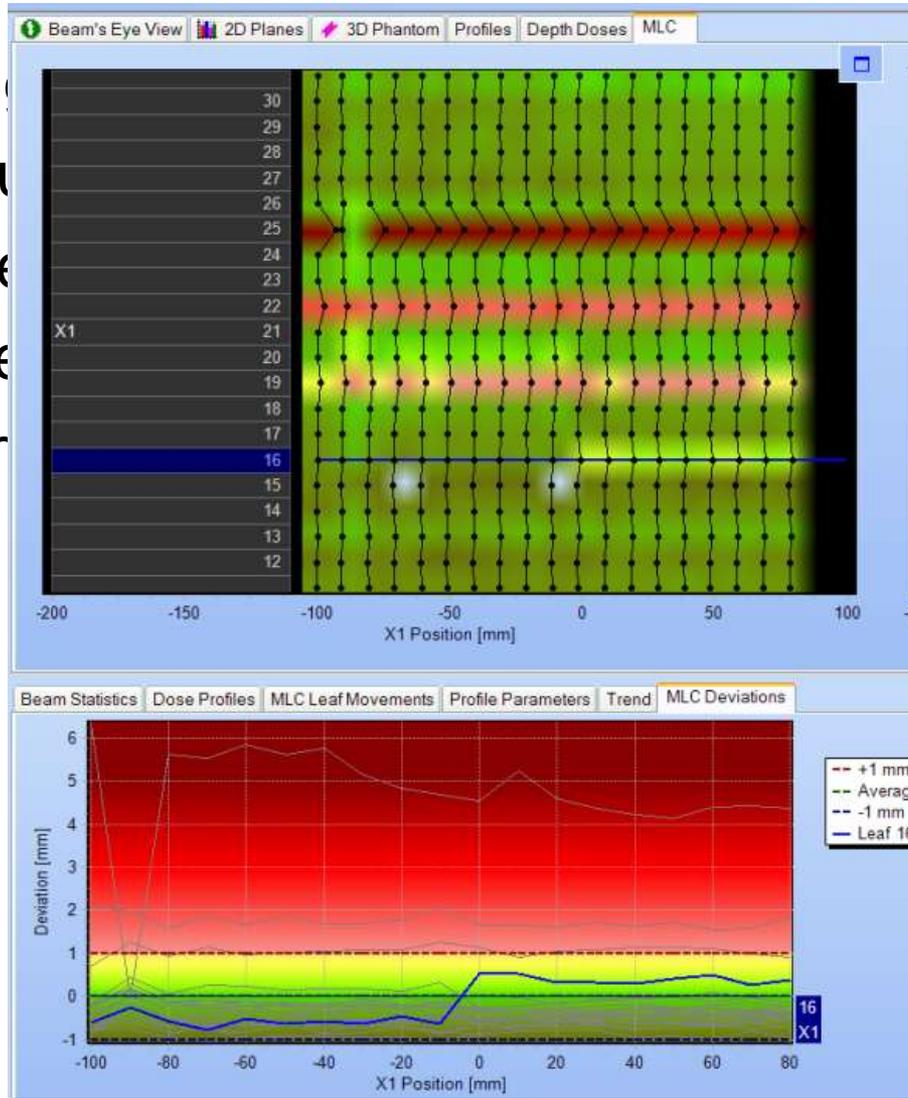
## Picked fence - Gartenzauntest



# Delta<sup>4</sup> Machine QA MLC-Tests

- Messung
- Darstellung
- Gap size
- Absolute
- Abweichung

in  
(Leaves)



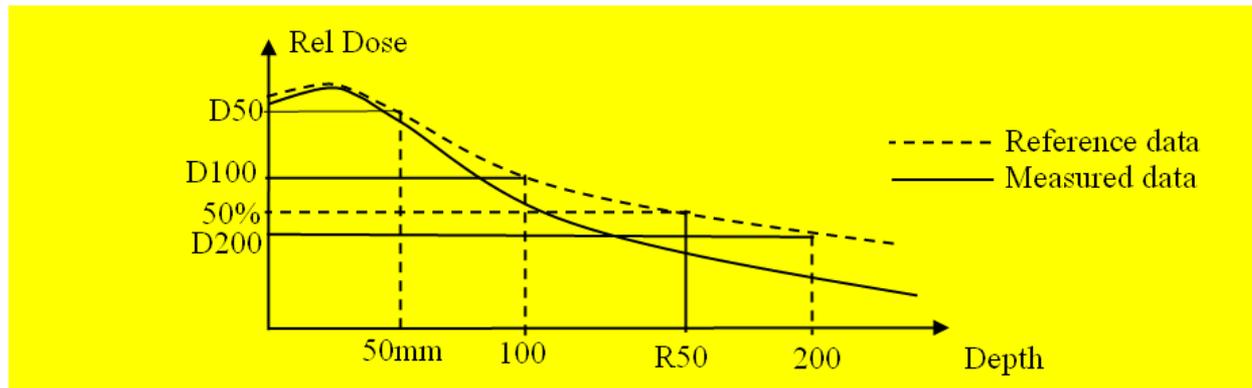
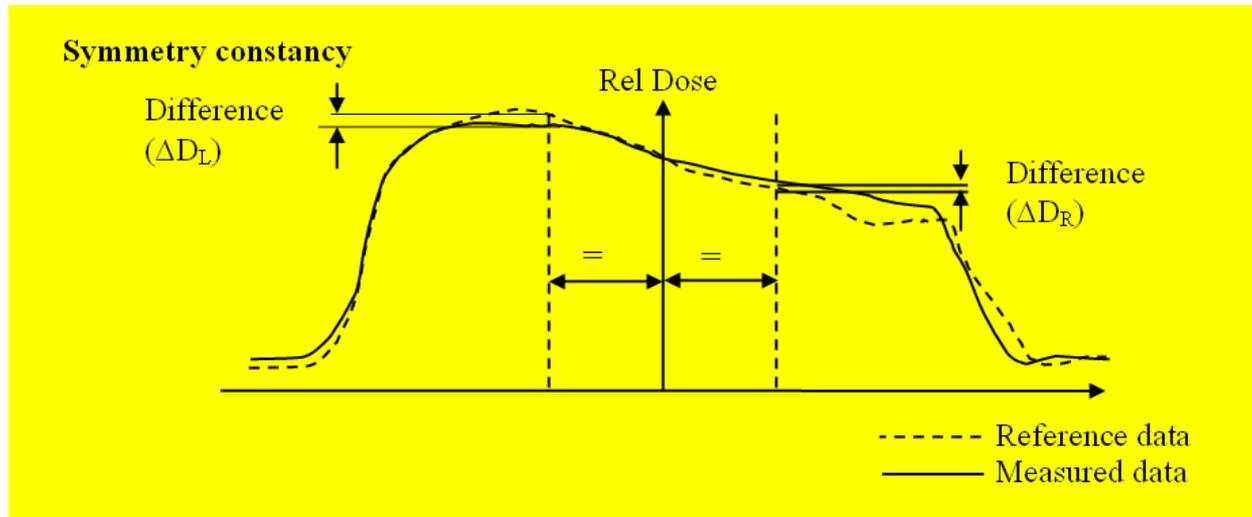
# Delta<sup>4</sup> Machine QA Konstanztests

---

- Tiefendosiskurve und Profile in einer Messung
- Zeitintervalle
  - Gesamtzeit
  - Frei definiertes Zeit- oder MU-Intervall
  - Wenige Beam-Pulse
- Trendanalyse

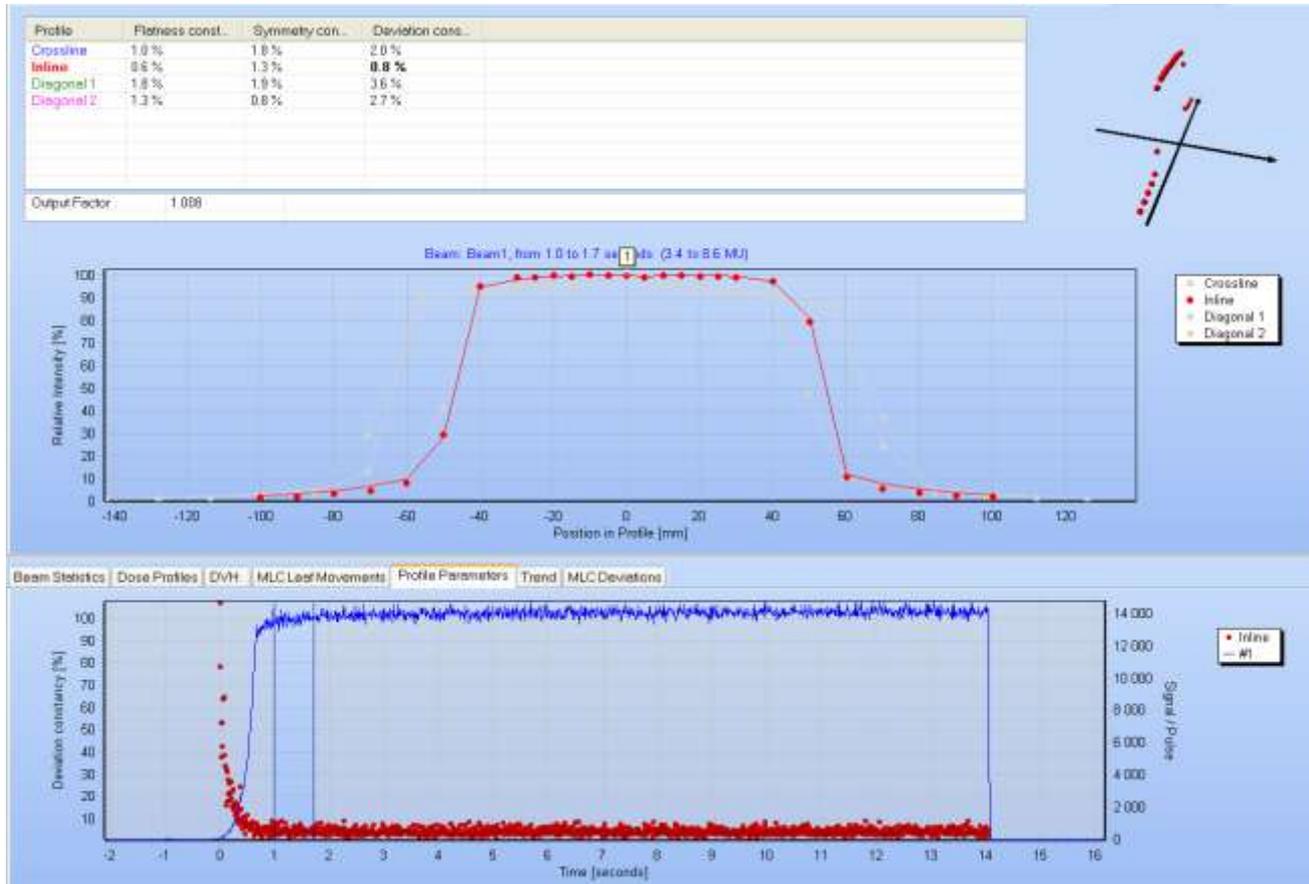
# Delta<sup>4</sup> Machine QA Konstanztests

- Tiefendosiskurve und Profile in einer Messung



# Delta<sup>4</sup> Machine QA Konstanztests

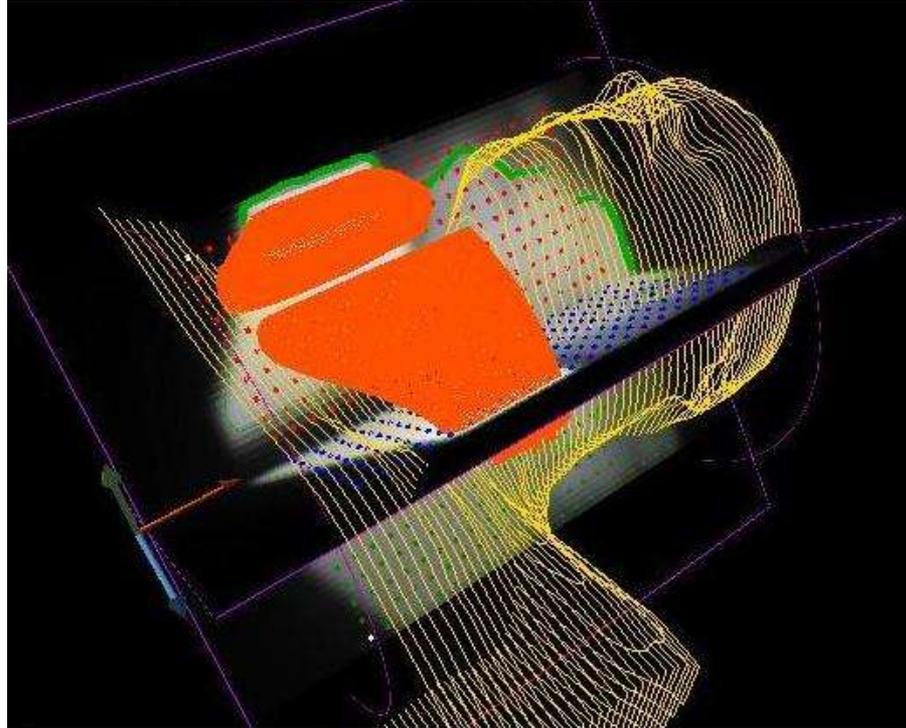
- Tiefendosiskurve und Profile in einer Messung



# Delta<sup>4</sup> Zusammenfassung



- 4D Messung
- Hohe Auflösung im Zentralbereich
- Einfache Integration in der klinischen Routine
- Umfangreiche Software zur detaillierten Auswertung
- Schnelle Messungen
- Einfache Anwendung
- Digitales Verfahren, keine Filme



**Herzlichen Dank.**