

Kriterien zur Auswertung feldbezogener IMRT-Verifikation

Klinik für Strahlentherapie Städtische Kliniken Bielefeld

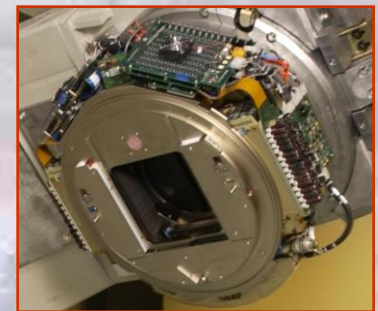
Dipl. Ing. FH Dietmar Hahm



Städtische Kliniken Bielefeld Klinik für Strahlentherapie

-Ausstattung für die IMRT Bestrahlungen:

- Linearbeschleuniger: VARIAN CL2100
 - 6 and 15 MeV Photonen
 - Multi Leaf Collimator (80 Leafs)
 - Portal Imaging System amorphes Silizium
- Planungssystem, Eclipse (ARIA)



Feldbezogener Verifikationsmessungen bei IMRT-Plänen

Das Konzept

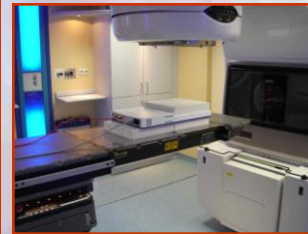
CT-Aufnahmen vom Patienten



Simulation im Bestrahlungs-Planungssystem

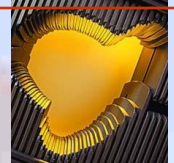


Umsetzung des Planes in einem Dosisverteilung



Geprüft wir:

1. Dosiskalibrierung des Bestrahlungsgerätes
2. Steuerung der Dynamischen Leafs
3. Dosisratenmodulation



CT-Aufnahme von MatirXX

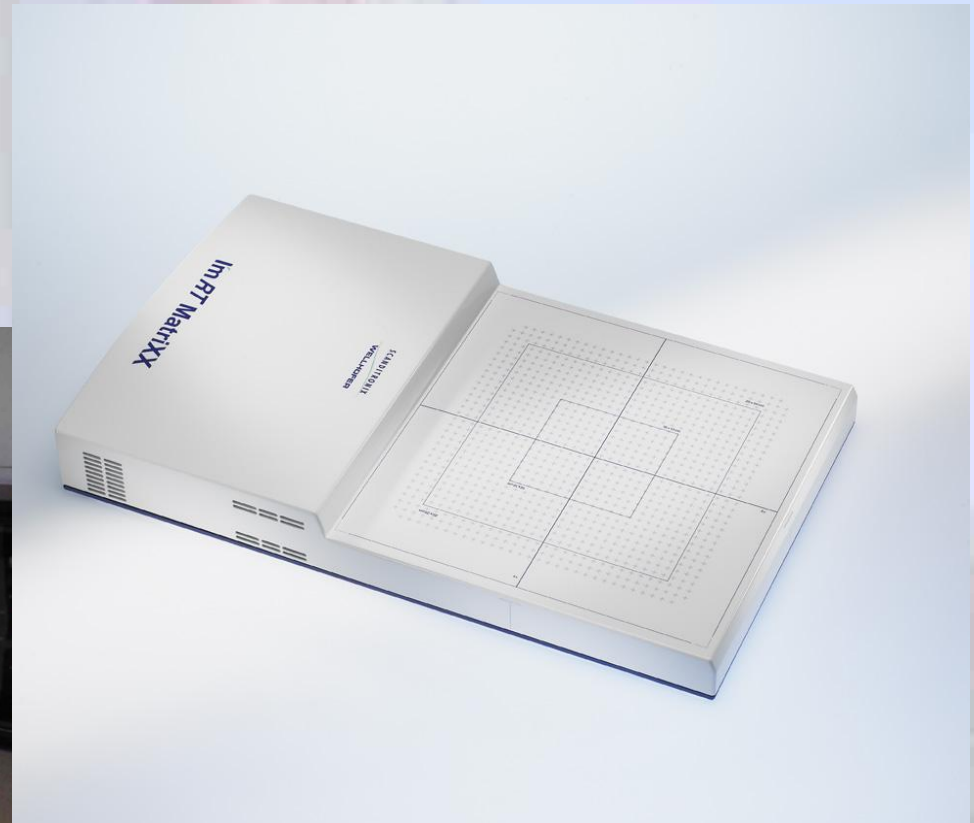
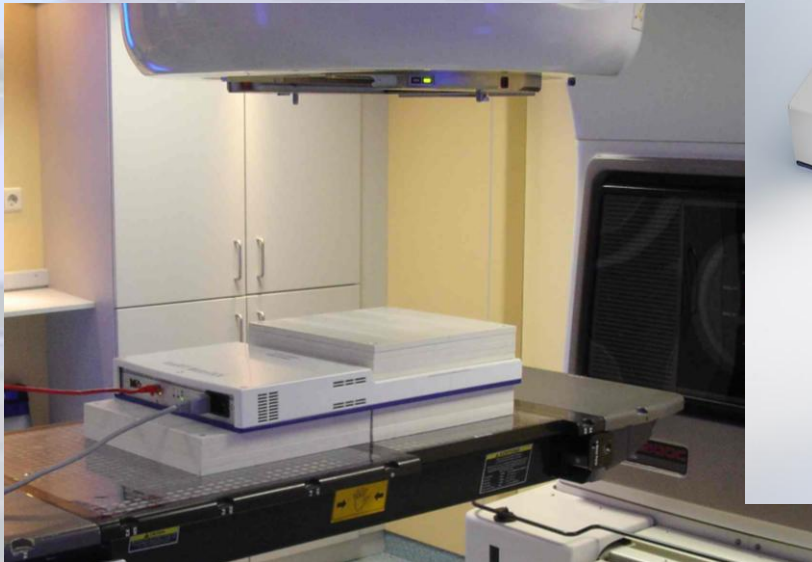
Hybridplänen zur feldbezogenen Verifikation



Feldbezogener Verifikationsmessungen bei IMRT-Plänen

Messmittels

- Ionisationskammer Array MatriXX der Firma IBA-Dosimetry mit 1020 Ionisationskammern
- Plattenphantom

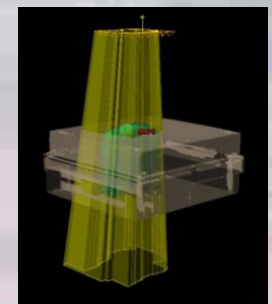
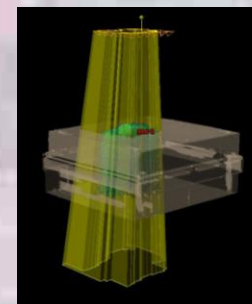
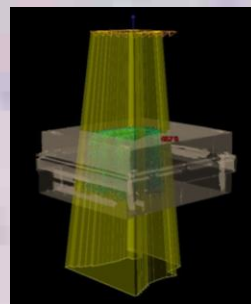
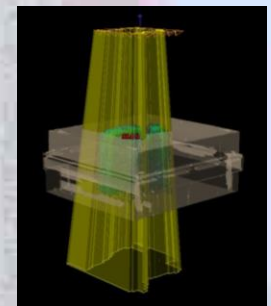
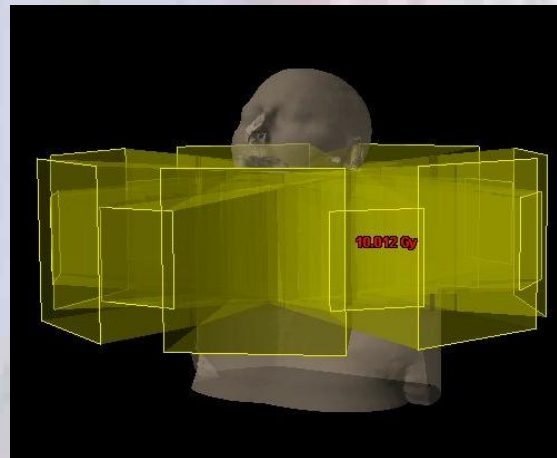
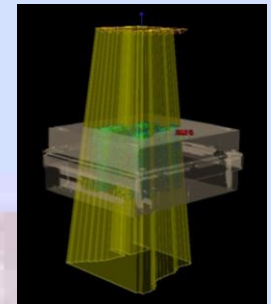
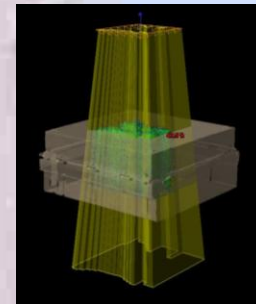
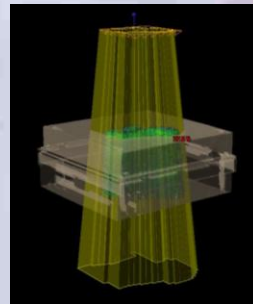


Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung

Erstellen von Verifikationsplänen

Aus dem fertigen IMRT-Plan mit sieben Feldern werden sieben Verifikationspläne erzeugt.

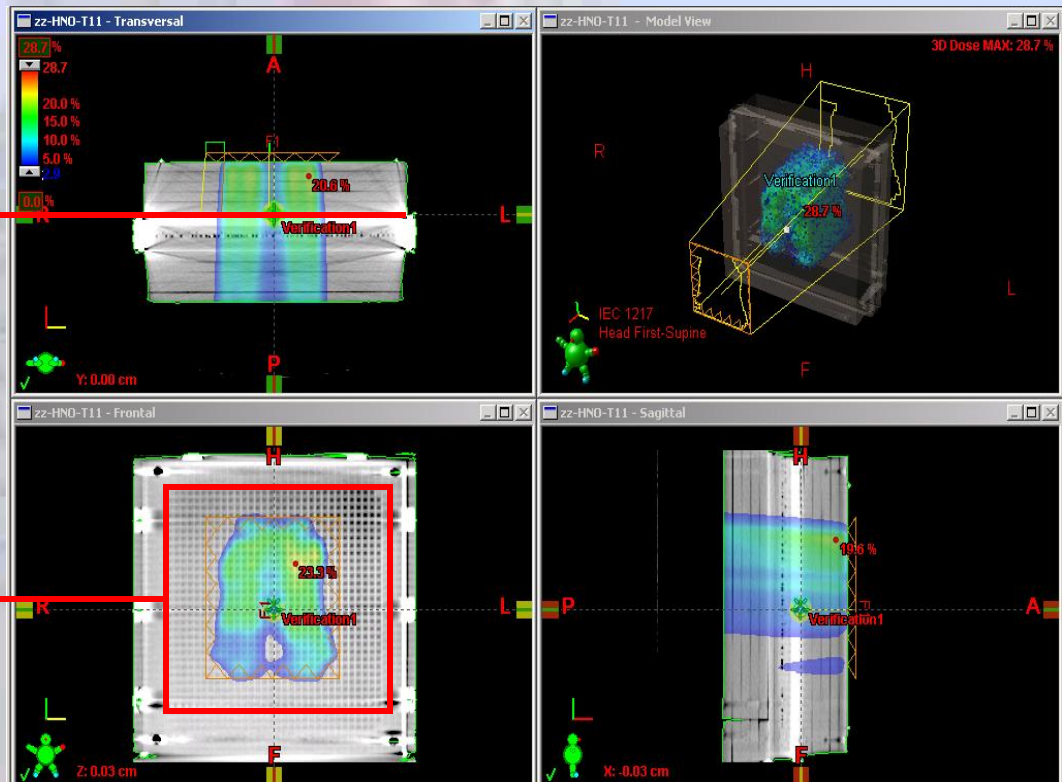
Für die Verifikationspläne wird das 3D-CT der MatriXX verwendet.



Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung

Export der Dosismatrix

Die berechnete 2D-Dosisverteilung wird exakt aus der Messebene exportiert



Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung

Messung am
Beschleuniger

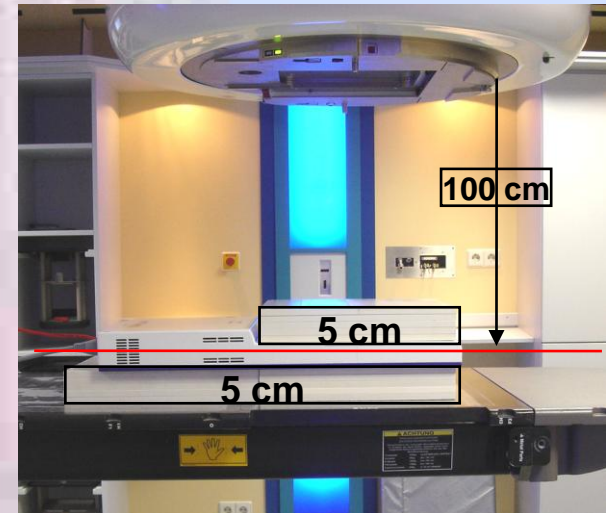
Messaufbau genau
wie beim CT-Scan

Die Ionisationskammern
werden genau im FHA
100 cm positioniert

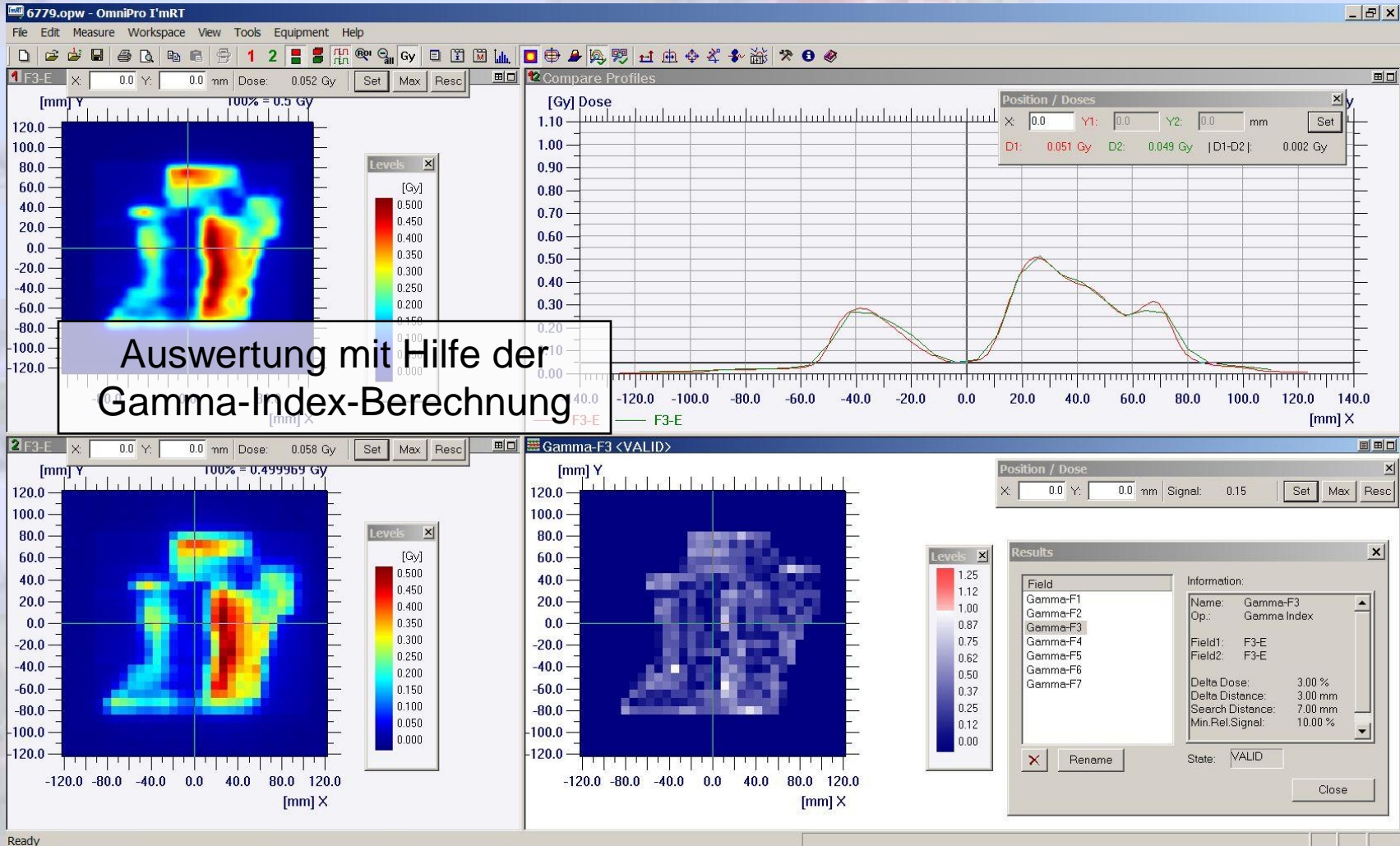
5 cm Aufbaumaterial und
5 cm Rückstreumaterial.

Es wird immer Absolute Dosis gemessen.

Automatische Druck- und Temperaturkompensation durch Messfühler mit
hoher Langzeitstabilität.



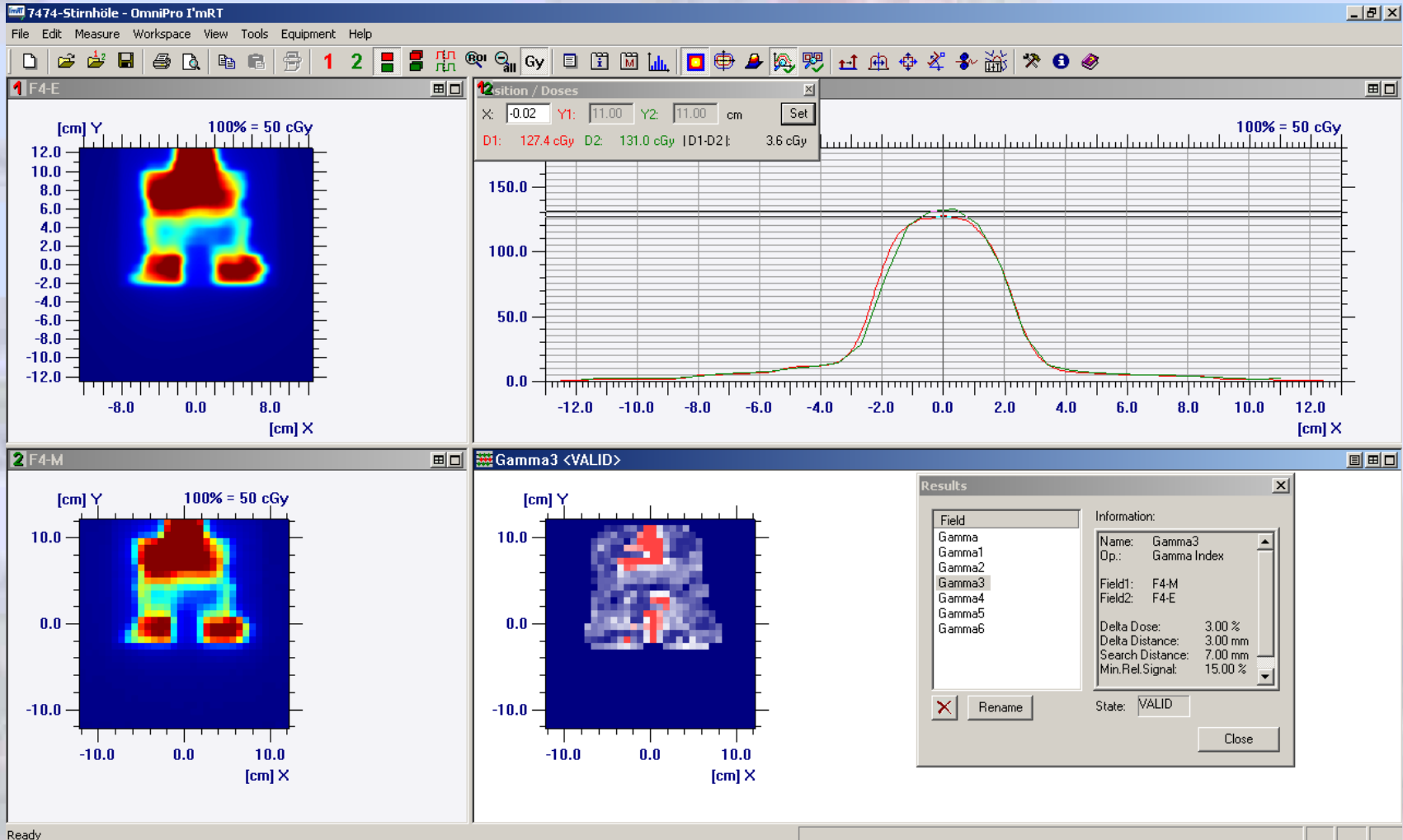
Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung



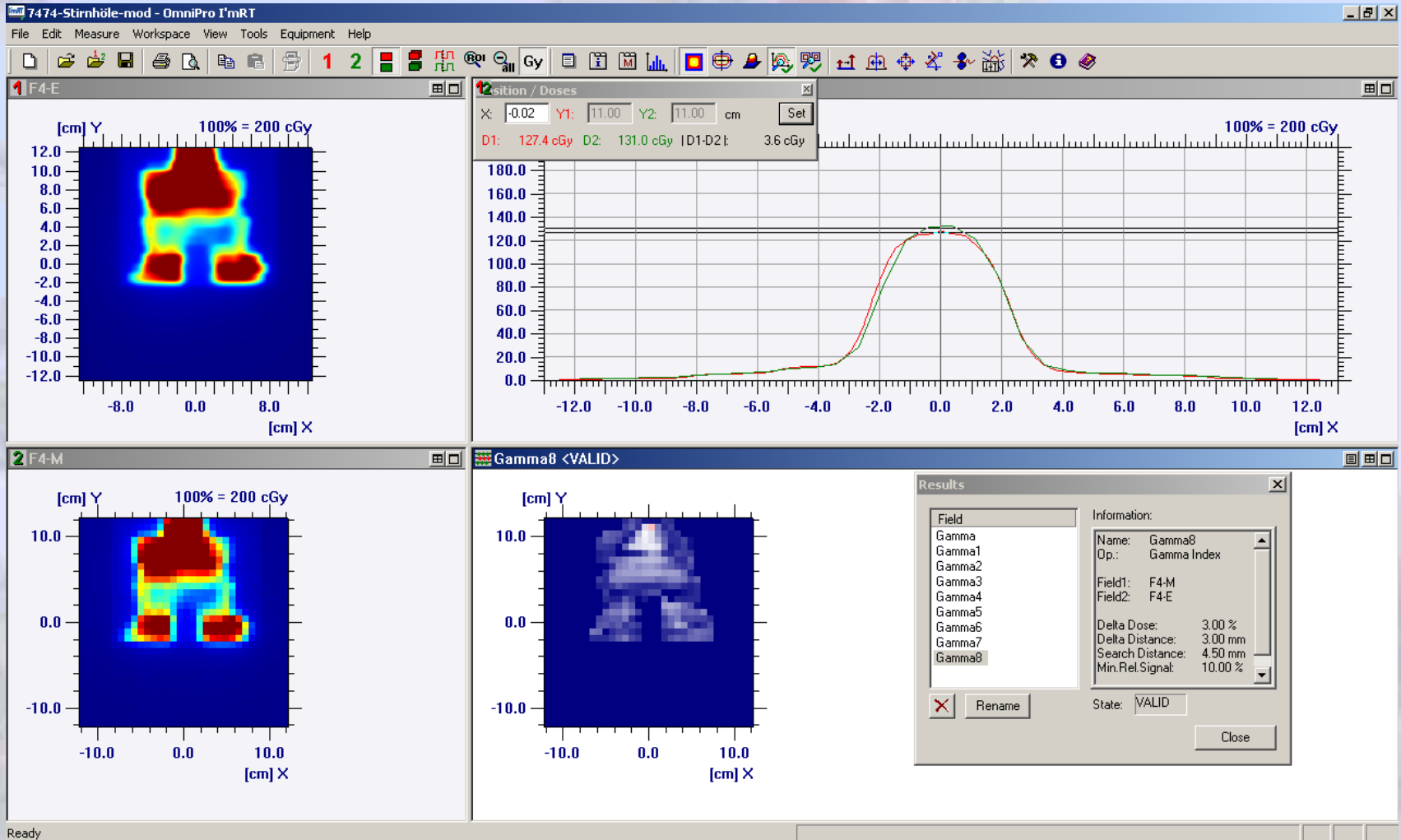
Auswertung mit Hilfe der
Gamma-Index-Berechnung



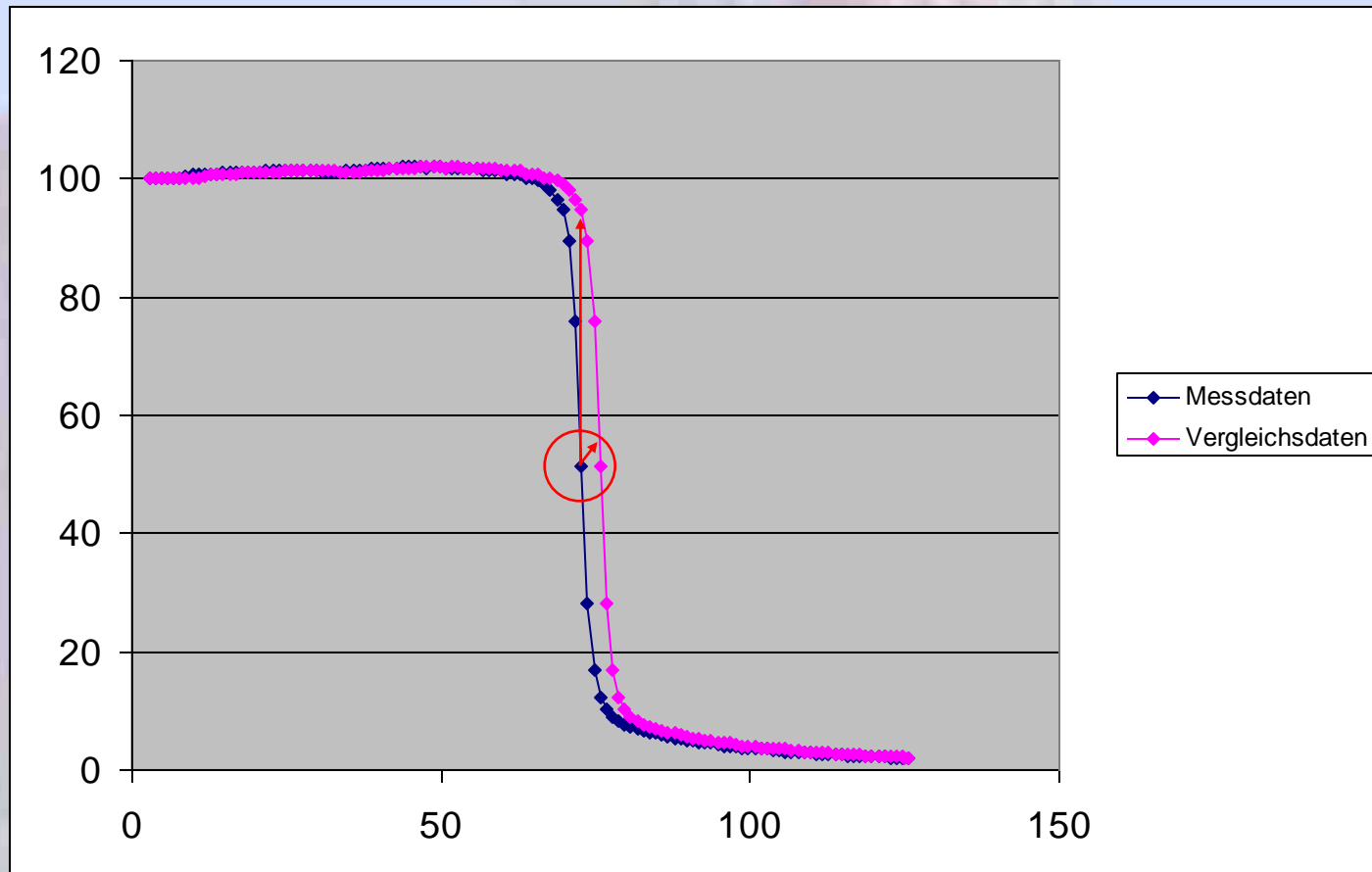
Was kann man tun bei Abweichungen?



Was kann man tun bei Abweichungen?



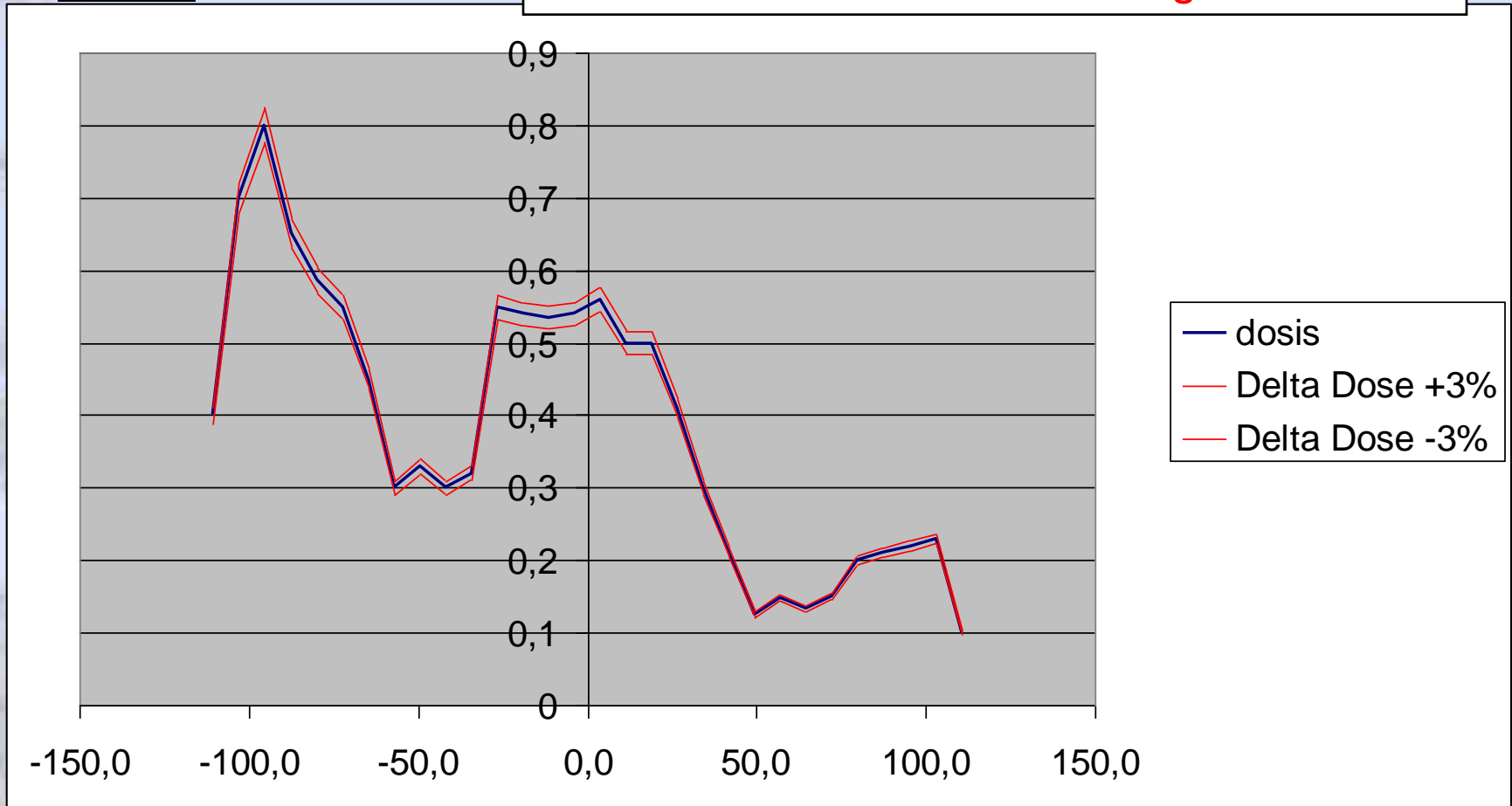
Gamma-Index-Berechnung



Gamma-Index-Berechnung

lokaler Gamma-Index

100% = lokaler Wert in der Vergleichsmatrix



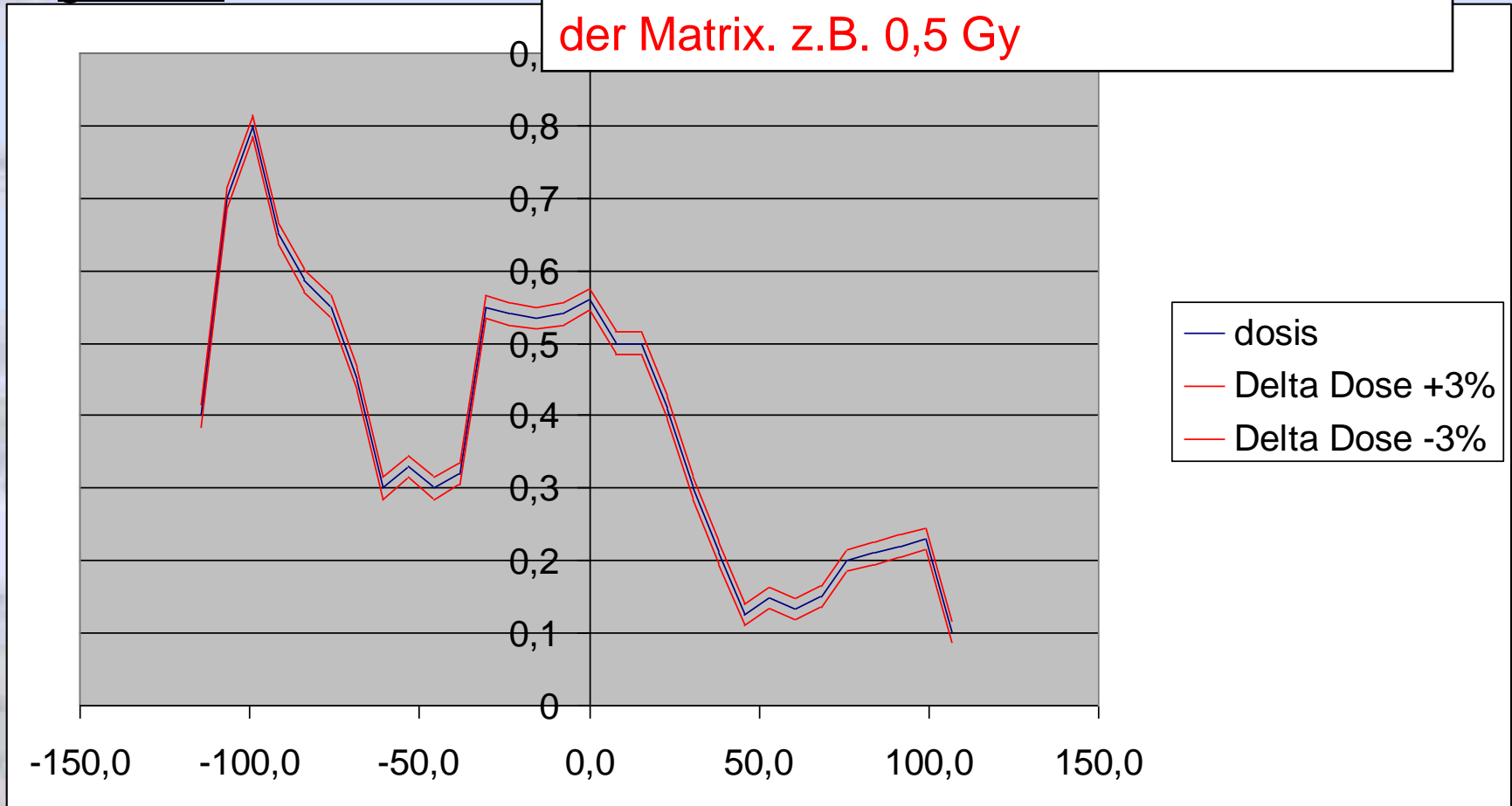
Problem: Der lokale Gamma-Index fordert im Bereich mit niedriger Dosis eine höhere Genauigkeit als im Bereich mit hoher Dosis



Gamma-Index-Berechnung

globaler Gamma Index

100% = konstanter Wert für alle Punkte in der Matrix. z.B. 0,5 Gy



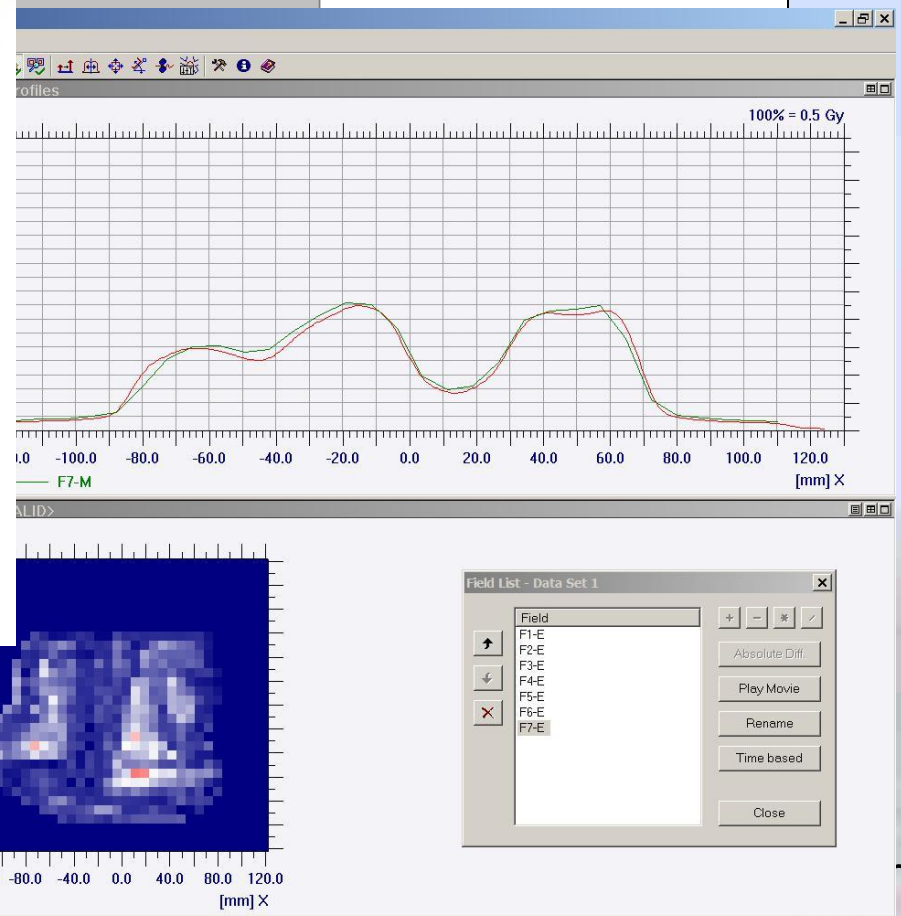
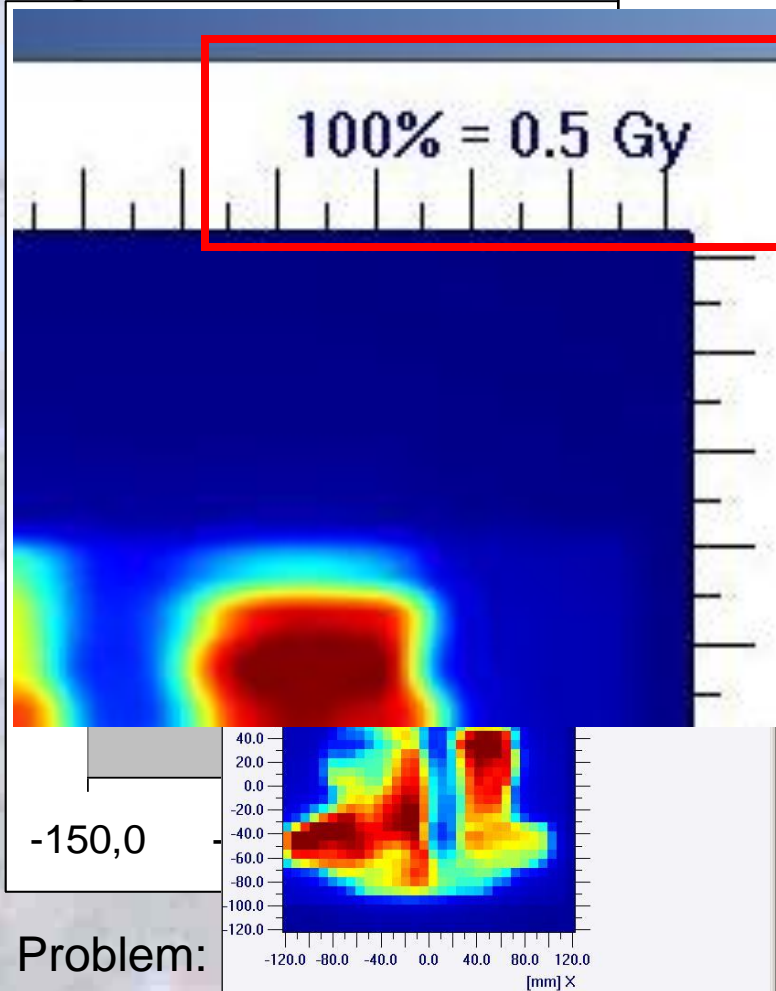
Problem: Beim globalen Gamma Index hat die Normierung der Dosismatrix einen großen Einfluss auf die Dosisstoleranz



Gamma-Index-Berechnung

globaler Gamma Index

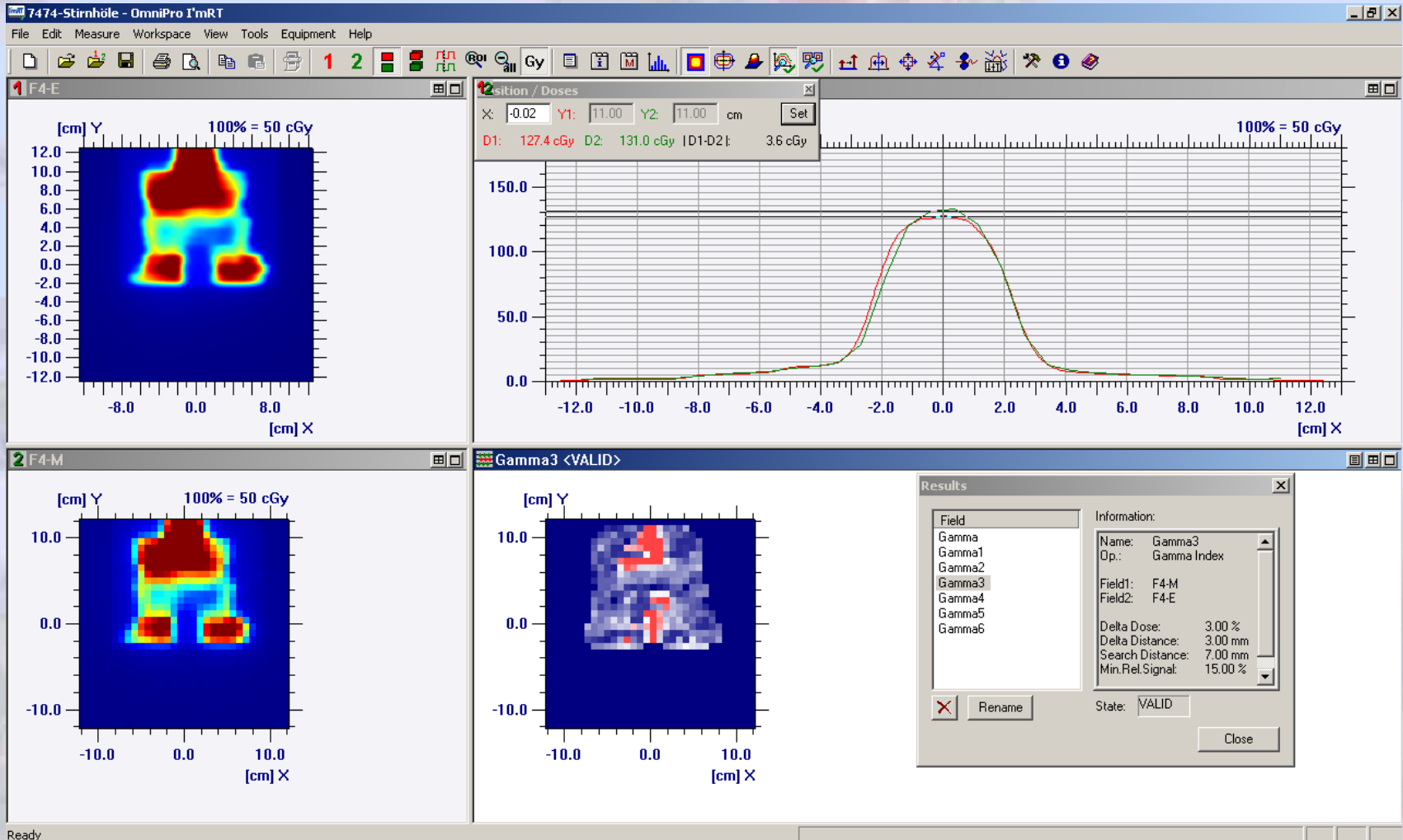
100% = konstanter Wert für alle Punkte in
z.B. 0,5 Gy



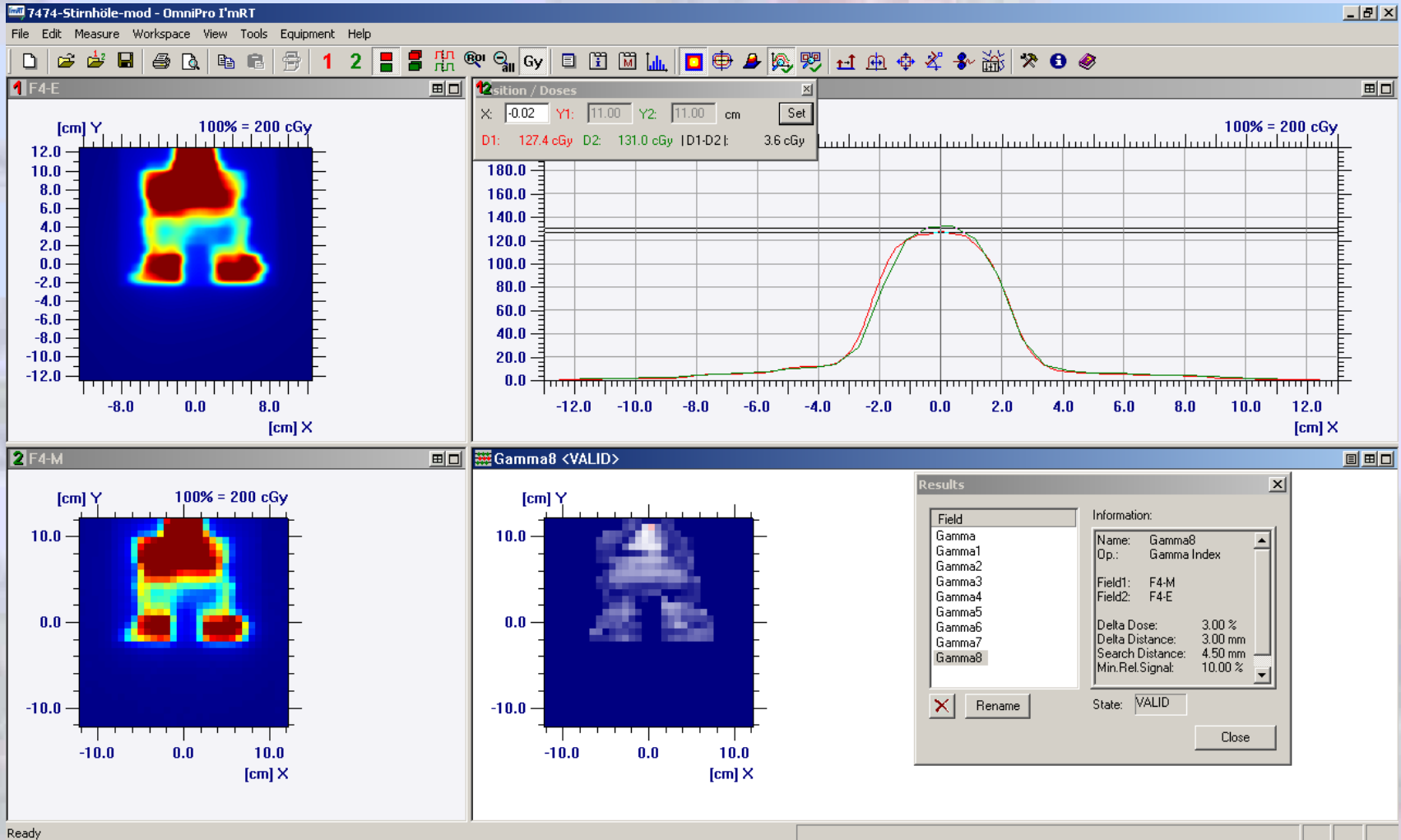
Problem:
großen Ei



Was kann man tun bei Abweichungen?



Was kann man tun bei Abweichungen?



Gamma-Index-Berechnung

Wir verwenden den globalen Gamma Index.

- Der tolerierte Dosiswert wird direkt von der Normierung der Dosismatrix beeinflusst.
- Die Dosismatrix aller Felder müssen gleich normiert werden z.B. 0,5 Gy entsprechen in jedem Feld 100%
- Das bedeutet aber das niemals jedes einzelne Feld im Zentralstrahl gleich 100% normiert werden darf, oder jedes Feld im Maximum auf 100% normiert werden darf.
 - Habe ich zufällig im Zentralstrahl eine niedrige Dosis dann definiere ich diese als 100%. Damit habe ich sehr enge Grenzen für die Dosis toleranz.
 - Das Maximum kann für die verschiedenen Felder sehr unterschiedlich sein und dann würde ich für die verschiedenen Felder unterschiedlich strenge Delta-Dose - Kriterien zulassen



Gamma-Index-Berechnung

Verwende ich den globalen Gamma-Index, dann lässt sich der Delta Dose Wert als absoluter Dosisfehler beschreiben.

Beispiel: Wenn die Normierung so gewählt ist das 100% = 0,5 Gy entsprechen, dann entspricht Delta Dose von 3% einem Absolutwert von 0,015 Gy.



Schlussfolgerung für die Praxis:

Soll bei der Feldbezogene Verifikation und der Analyse mit dem globalen Gamma-Indexes der Dosisfehler im Patienten unter 5% liegen muss man folgende Einstellungen verwenden:

- Für Kopf-Hals-Bestrahlungen mit bis zu 7 Feldern, oder Bestrahlungen im Beckenbereich mit bis zu 9 Feldern:
 - Normierung aller Felder auf 100% = 0,5 Gy
 - Delta Dose von 3% (3% = 0,015 Gy)
- Für Kopf-Hals-Bestrahlungen mit 8 bis 11 Feldern
 - Normierung aller Felder auf 100% = 0,33 Gy
 - Delta Dose von 3% (3% = 0.01 Gy)

„Dosimetric pre-treatment verification of IMRT using an EPID“; clinical experience; Mathilda van Zijtveld; Erasmus MC-Daniel den Hoed Cancer Centre, Rotterdam, The Netherlands, Radiotherapy an Oncology 81 (2006) 168-175



Da der globale Gamma Index für jedes Feld den gleichen absoluten Dosisfehler zulässt (vorausgesetzt die Dosismatrizen wurden gleich normiert) hängt der Dosisfehler im Patientenvolumen von der Anzahl der Felder ab und von dem Durchmesser des bestrahlten Volumens.

Beispiel einer Kopf Hals Bestrahlung und einer Auswertung mit dem Gamma-Index-Berechnung. Wobei ein Delta Dose von 3% und eine Normierung von 0,5 Gy = 100% eingestellt wird (das ergibt eine Dositoleranz von 0,015 Gy in der Messebene der MatriXX).

Bei verschiedener Feldzahl ergeben sich folgende maximalen Fehler im Patienten

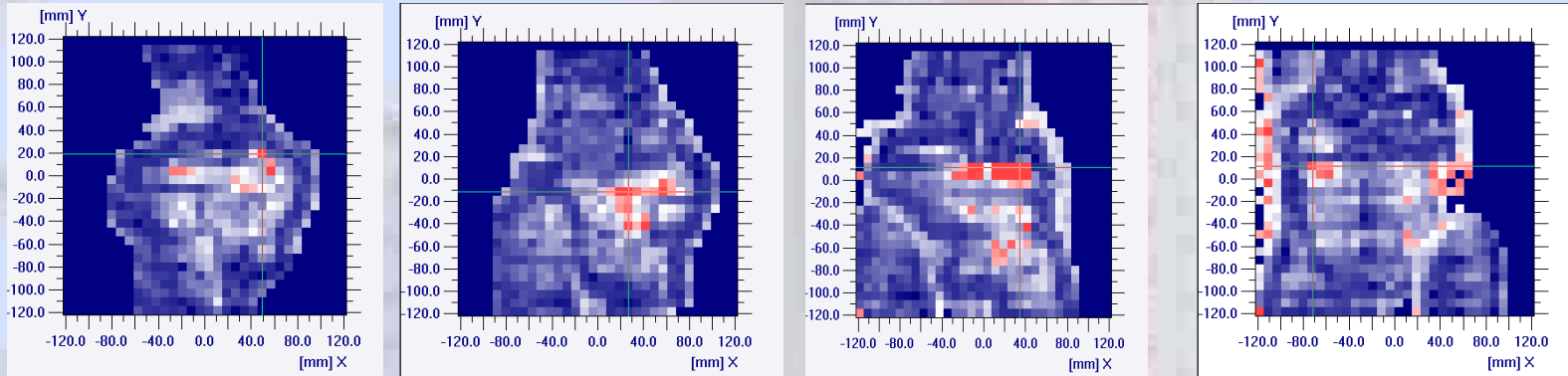
Bei 7 Feldern ergibt sich ein Fehler von 0,1 Gy . (5 % von 2Gy)

Bei 9 Feldern ergibt sich ein Fehler von 0,135 Gy (6,6% von 2Gy)

Bei 11 Feldern ergibt sich ein Fehler von 0,165 Gy (8% von 2Gy)



Was kann man tun bei Abweichungen?



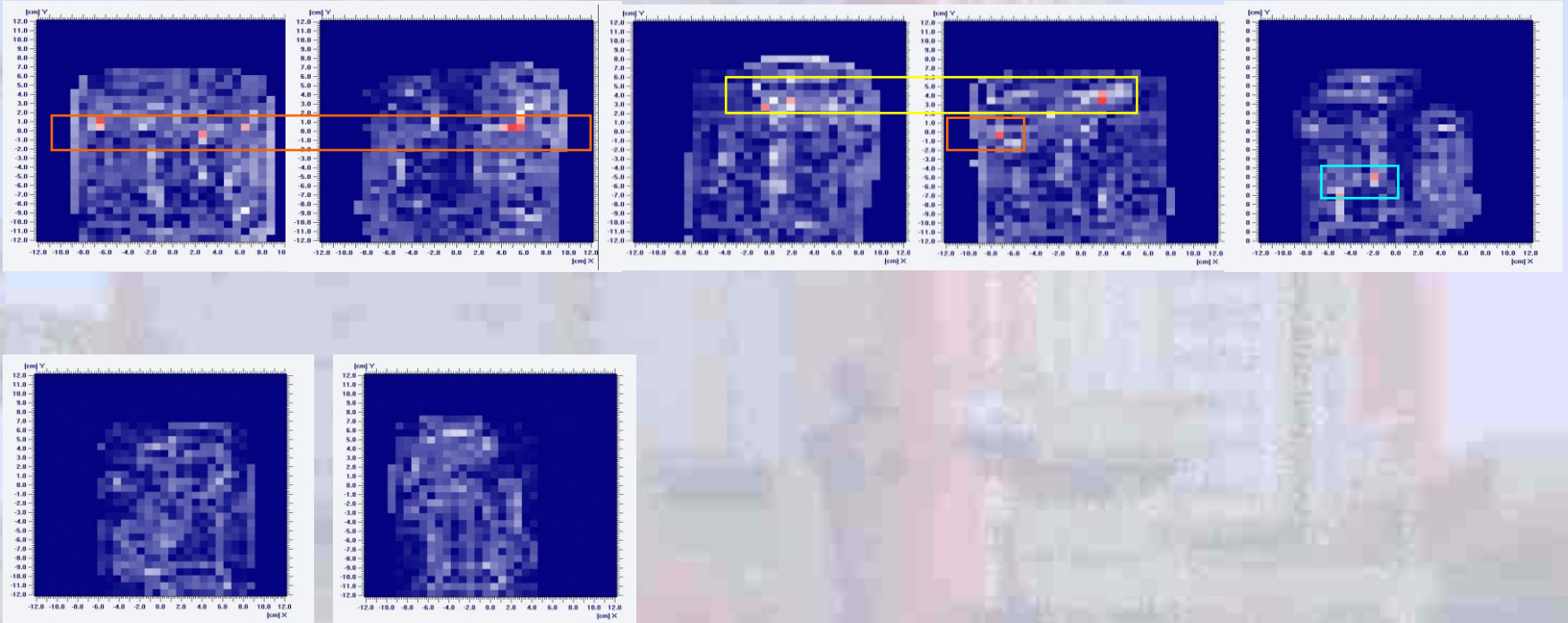
Bei allen vier Feldern besteht die Möglichkeit das sich die Bereiche der Dosisabweichung überlagern, da sie auf der gleichen Höhe, bzw. Zeile liegen.

Die restlichen drei Felder bringen hier keine Abweichung ein.



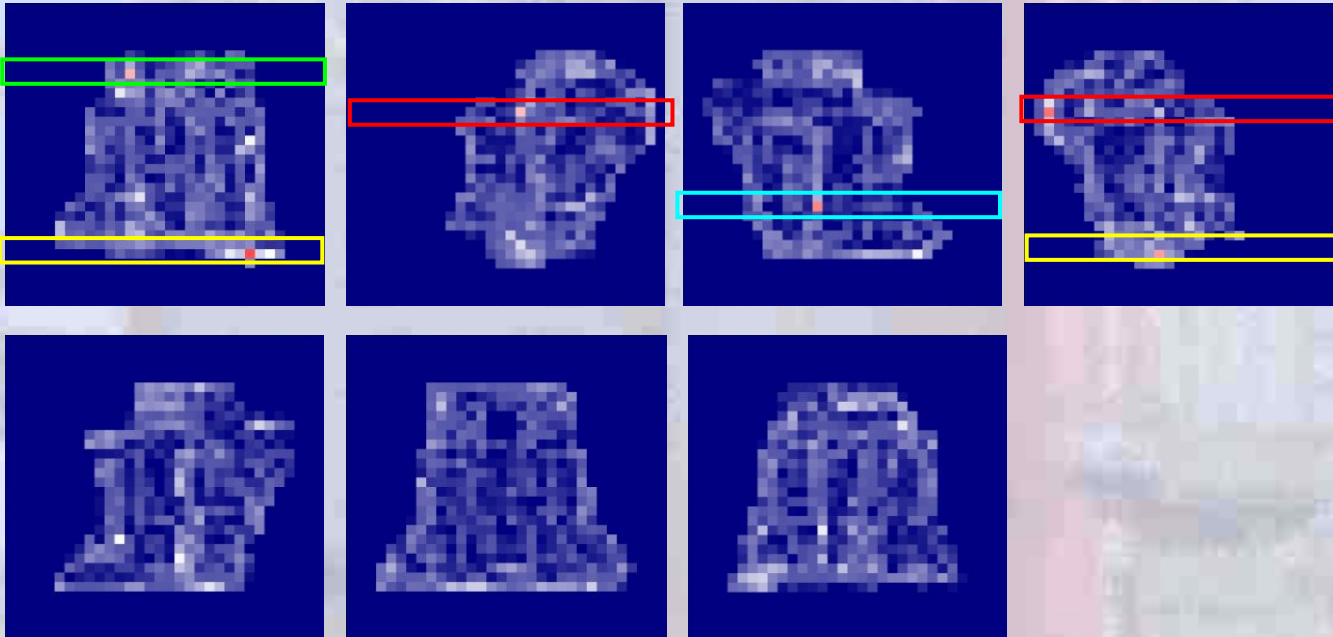
Was kann man tun bei Abweichungen?

Ein weiteres Beispiel



Was kann man tun bei Abweichungen?

Ein weiteres Beispiel



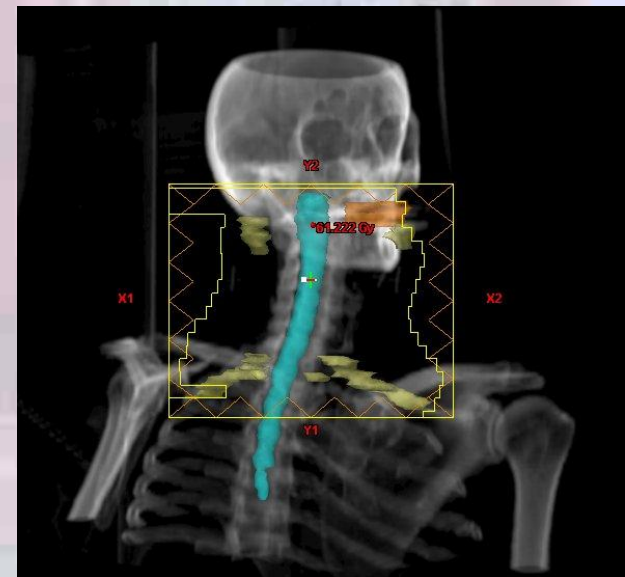
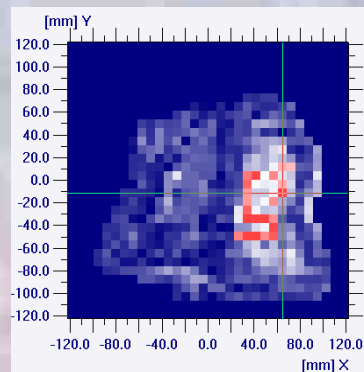
Kriterien zur Beurteilung des Messergebnisses

1. Ist der Gamma Index für alle Pixel < 1 wird das Feld akzeptiert.
2. Gibt es Pixel mit Gamma-Index > 1 werden weitere Prüfungen unter Betrachtung folgender Fragen vorgenommen.
 1. Handelt es sich bei der Abweichung um eine Unter- oder Überdosierung?
 2. Liegen die Pixel mit Gamma-Index > 1 benachbart oder verstreut?



Kriterien zur Beurteilung des Messergebnisses

1. Ist der Gamma Index für alle Pixel < 1 wird das Feld akzeptiert.
2. Gibt es Pixel mit Gamma-Index > 1 werden weitere Prüfungen unter Betrachtung folgender Fragen vorgenommen.
 1. Handelt es sich bei der Abweichung um eine Unter- oder Überdosierung?
 2. Liegen die Pixel mit Gamma-Index > 1 benachbart oder verstreut?
 3. Kann es zu einer Überdosierung im Bereich eines Risikoorgans kommen?



Was kann man tun bei Abweichungen?

Klinik für Strahlentherapie Bielefeld-Mitte - Medizinische Physik

Dosisverifikation mit dem Flächendetektor "Matrix X"

Pa-ID	7271
Name, Vorname	XX
Geburtsdag	02.08.1847
Course	C1
Plan	NOH-IMRT

Feldbezogene Dosisverifikation des IMRT-Plans gemäß der Anleitung: "a3-05a-06 - IMRT - GK mit Matrix.doc"

Komplierung der Dosismaßzahlen:	0,5 Gy = 100%
± Delta Dose	3% = 0,015 Gy
Abgeschätzte maximale Dosisabweichung im Patientenwolumen	< 5%

Feld	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7		
max.Gamma-Index (3%,3mm)	1,78	0,88	1,10	1,07	0,82	1,17	1,06		
Anz. Pixel "Gamma > 1"	9	0	16	2	0	6	8		

Bemerkungen:

Alle Felder akzeptiert

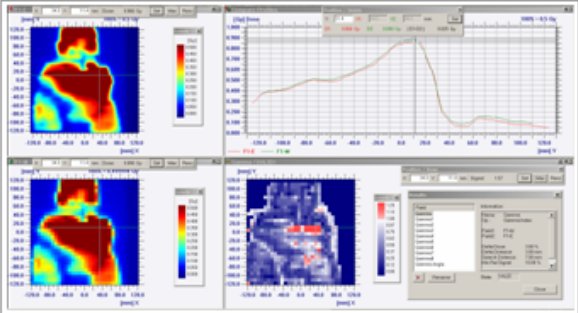
Datensatzname: DokumentID: Druckdatum: 13.11.2007	Durchführung der Messung []	Medizinphysikerin []
---	---------------------------------	--------------------------

Klinik für Strahlentherapie Bielefeld-Mitte - Medizinische Physik

Dosisverifikation mit dem Flächendetektor "Matrix X"

Pa-ID	7166
Name, Vorname	Mayer, Ann-Kathrin
Geburtsdag	16.08.1977
Course	C1
Plan	HI-Becken-IMRT
Feld	F1

Feldbezogene Dosisverifikation des IMRT-Plans gemäß der Anleitung: "a3-05a-06 - IMRT - GK mit Matrix.doc"



Gamma (3%, 3 mm) max.	1,67
Anz. Pixel "Gamma > 1"	33
Dosisabweichung [Gy] max.	0,025
Gamma (±%, 3 mm) max.	1,19
Anz. Pixel "Gamma > 1"	13
Komplierung der Dosismaßzahlen:	0,5 Gy = 100%
± Delta Dose	3% = 0,015 Gy
Abgeschätzte maximale Dosisabweichung im Patientenwolumen	< 5%

Bemerkungen
Die Abweichung entspricht keiner teilweisen Überdosisierung von 0,025 Gy und befindet sich nicht im Bereich der Ovarien.
Nur zwei weitere Felder bringen hier eine Abweichung ein.

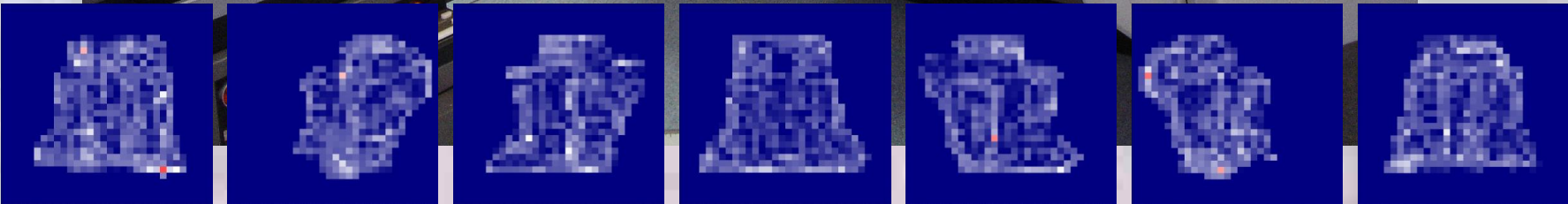
Feld akzeptiert

Datensatzname: 7166-Mayer-F1.doc Druckdatum: 13.09.2007	Durchführung der Messung []	Medizinphysikerin []
---	---------------------------------	--------------------------





Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit





Gamma-Index-Berechnung

Typischerweise verwendete Werte für Delta Dose und Delta Distance:

Delta Dose 3 %

Delta Distance 3 mm

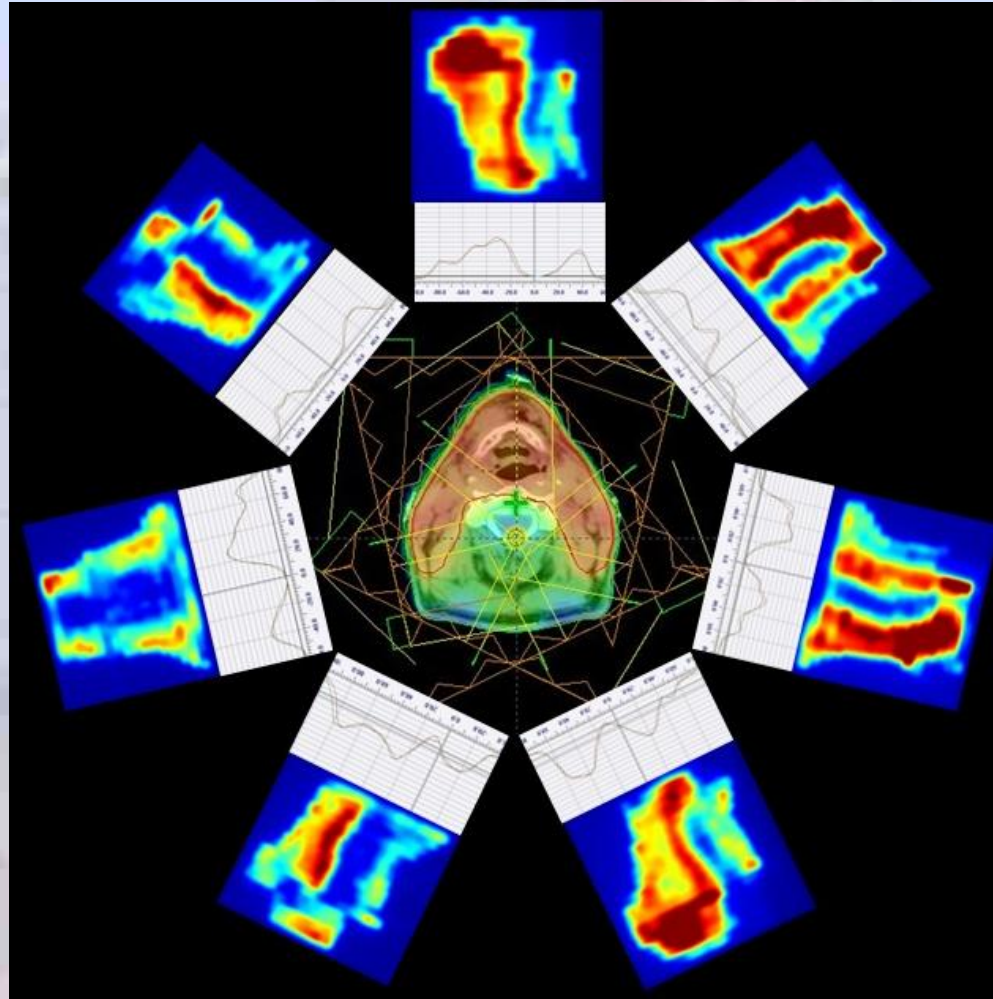
Wie begründet man diesen Delta-Dose Wert ?

Was ist der richtige Delta-Dose-Wert ?



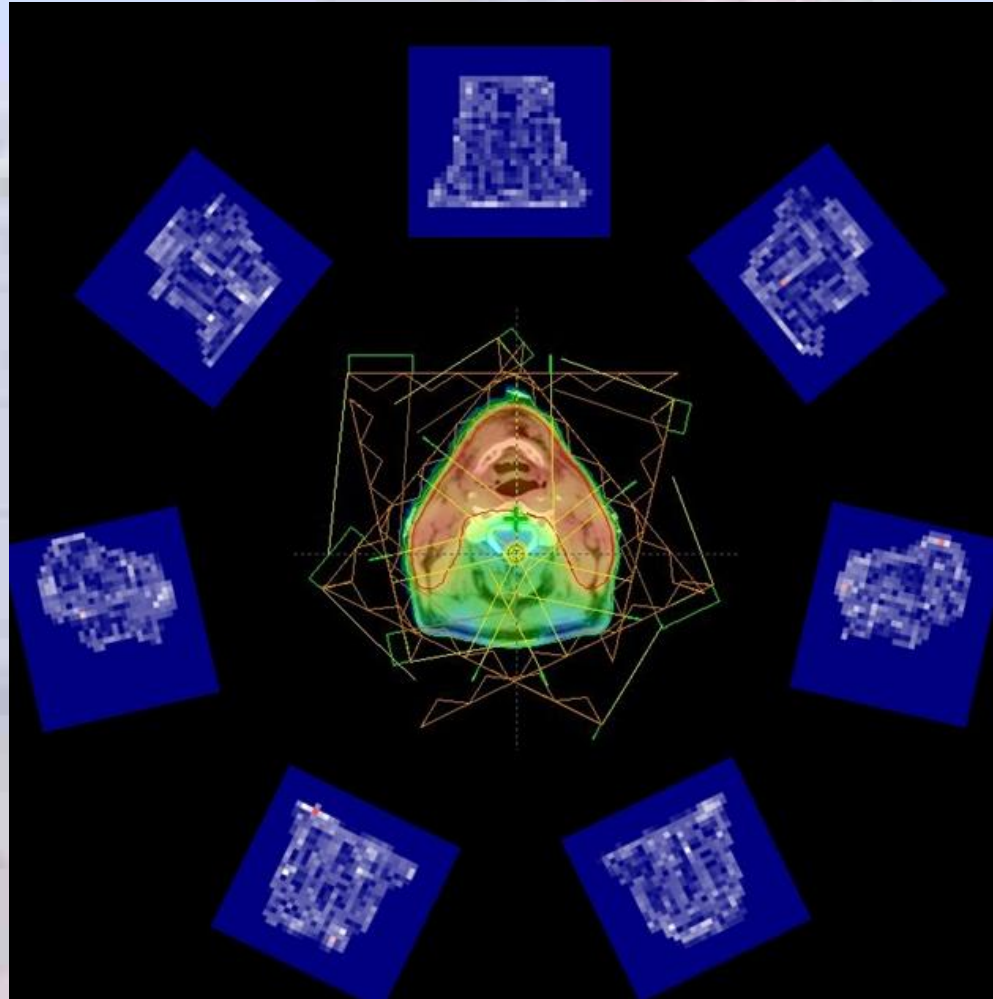
Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Typischer HNO Plan in IMRT-Technik



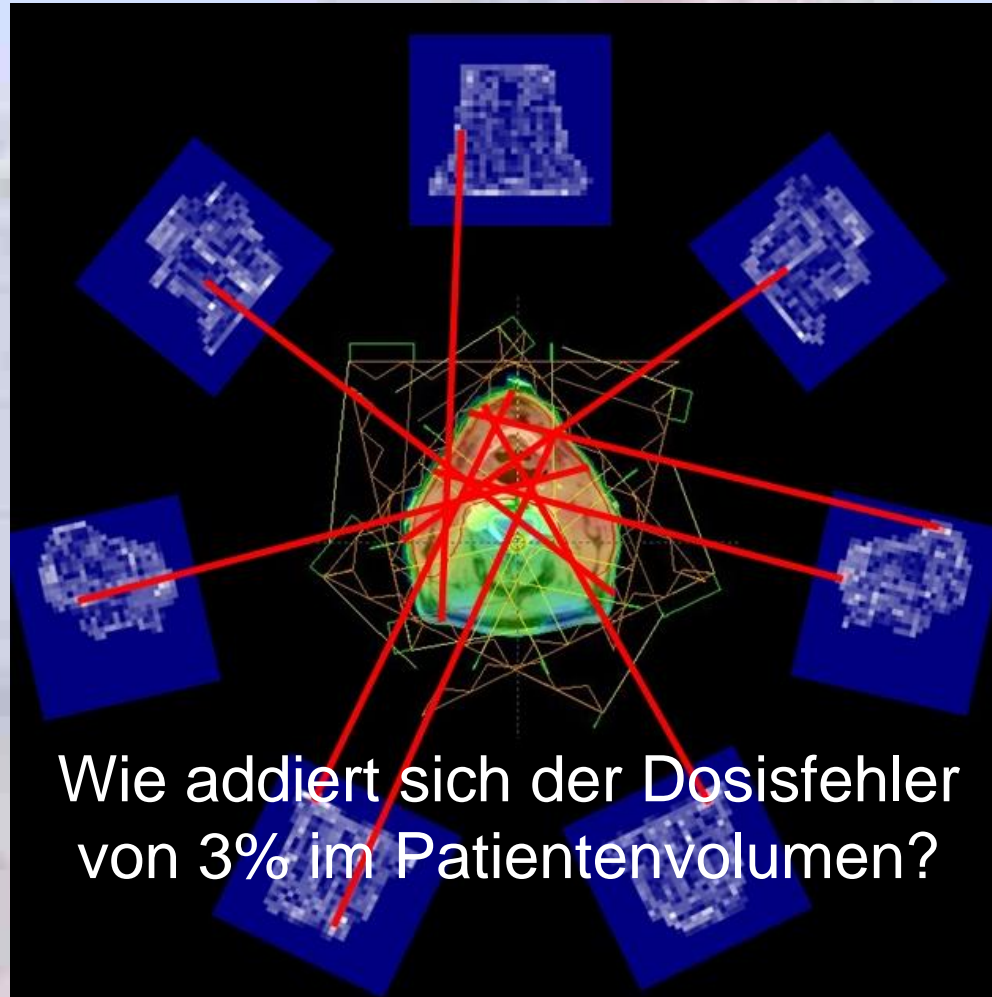
Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Ergebnis der Gamma-Index Analyse bei feldbezogenen Verifikationsmessungen



Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Ergebnis der Gamma-Index Analyse bei feldbezogenen Verifikationsmessungen

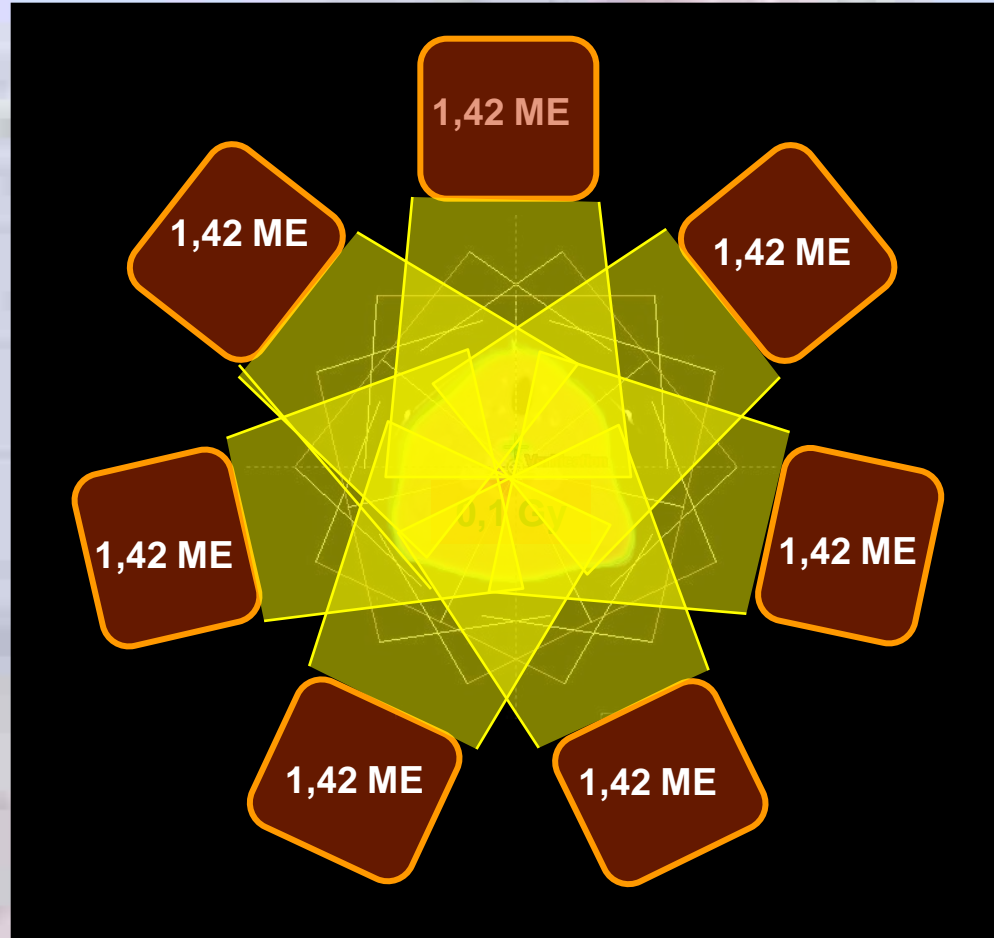


Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Wie viel ME darf ich pro Feld zusätzlich einbringen um den tolerierten Dosisfehler gerade nicht zu überschreiten?

Dosis pro
Fraktion:
2 Gy

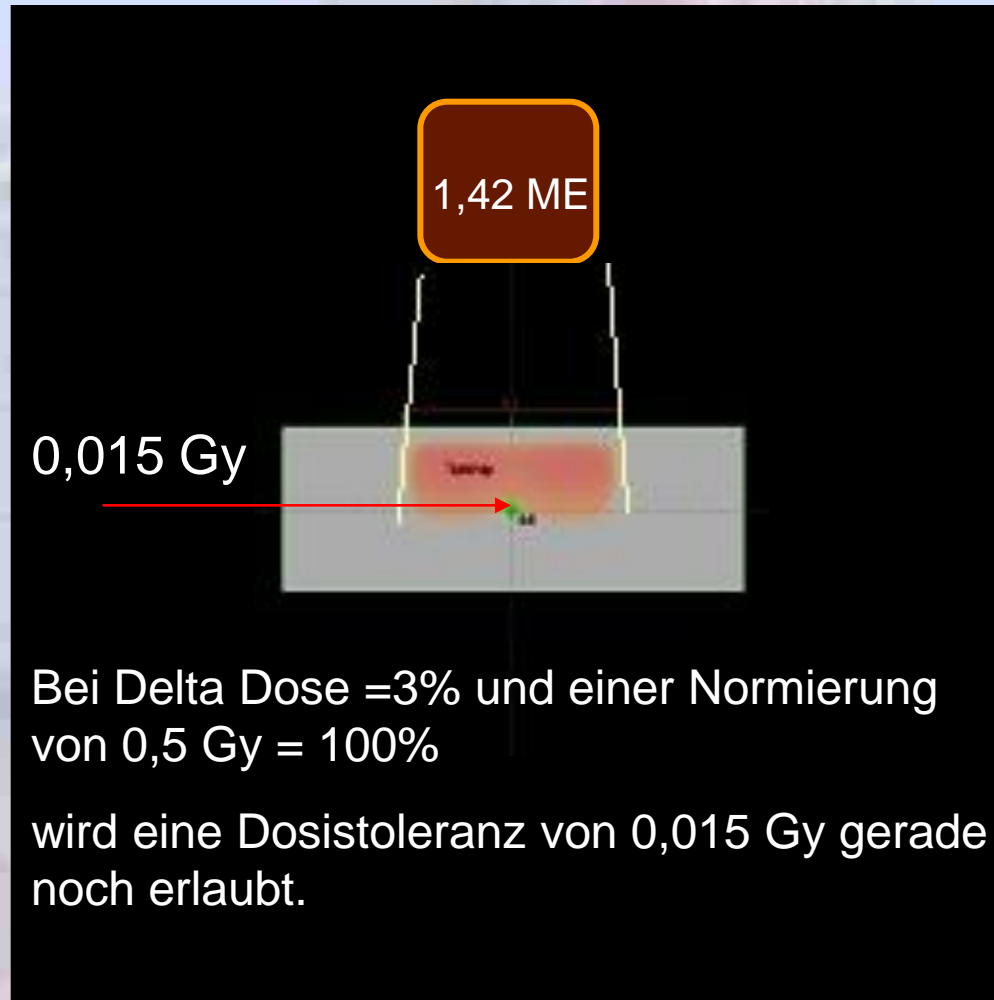
Tolerierter
Fehler im
Patienten:
5% = 0,1 Gy



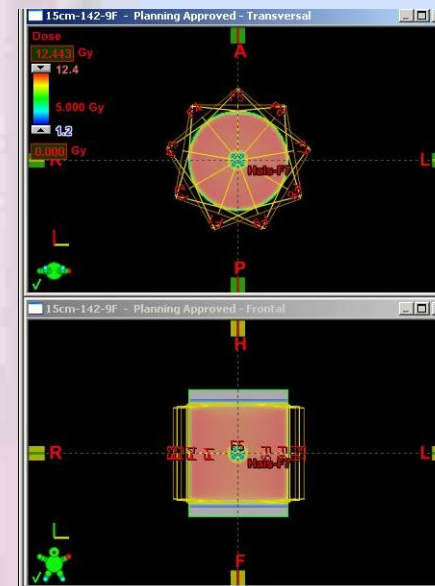
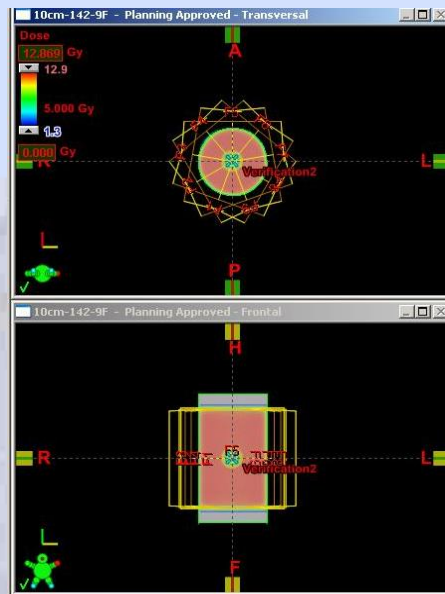
Der größtmögliche Fehler entsteht im Patientenvolumen wenn jedes Feld über der gesamten Fläche die Fehlertoleranz ausschöpft.

Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Dosis pro Fraktion: 2 Gy => Fehler im Patienten: 5% = 0,01 Gy



Ermittlung des Delta-Dose-Wertes



Bei verschiedener Patientendurchmessern und sieben Feldern ergeben sich folgende maximalen Fehler im Patientenvolumen

Bei einem Halsdurchmesser von 10 cm ergibt sich ein Fehler von 0,1 Gy . (5 % von 2Gy)

Bei einem Halsdurchmesser von 15 cm Feldern ergibt sich ein Fehler von 0,09 Gy . (4,5 % von 2Gy)

