

Wahl der richtigen Parameter für die Analyse nach der Gamma-Index-Methode bei der feldbezogenen Verifikation von IMRT-Plänen.

Klinik für Strahlentherapie Städtische Kliniken Bielefeld

Dipl. Ing. FH Dietmar Hahm



Städtische Kliniken Bielefeld
Klinik für Strahlentherapie

Dipl Ing. Dietmar Hahm

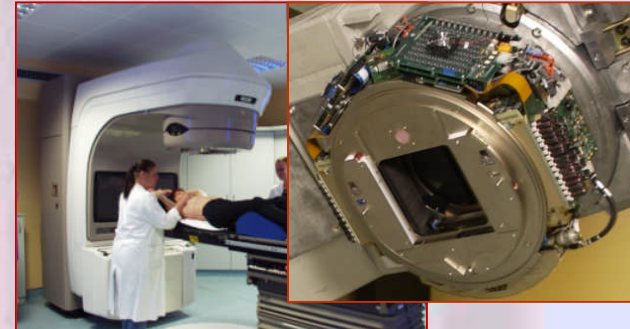
Städtische Kliniken Bielefeld Klinik für Strahlentherapie

-Ausstattung:

- Zwei Linearbeschleuniger: CL2100 und CL600
 - 6 and 15 MeV Photonen and 6,9,12,16,20 MeV Elektronen
 - Multi Leaf Collimator (80 Leafs)
 - Portal Imaging System amorphes Silizium
- Computertomograph und Virtual Simulation
- Planungssystem, Eclipse
- Verifikation system ARIA
- Varisource - HDR Brachy-Therapy-System Iridium 192

- Personelle Ausstattung:

- 5 Ärzte
- 1 Medizinphysiker, 1 Ingenieur, 1 Techniker, ½ MTRA
- 7 MTRA



Feldbezogener Verifikationsmessungen bei IMRT-Plänen

Das Konzept

**CT-Aufnahmen
Interpretation
der HU**



**Simulation im
Bestrahlungs-
Planungssystem**



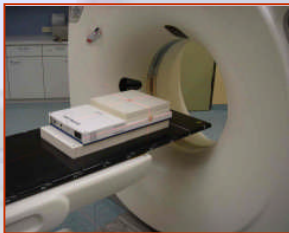
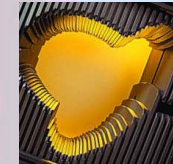
**Umsetzung des
Planes in einem
Dosisverteilung**



**Dosiskalibrierung des
Bestrahlungsgerätes**

**Steuerung der
Dynamischen Leafs**

**Modulation der
Dosisrate**

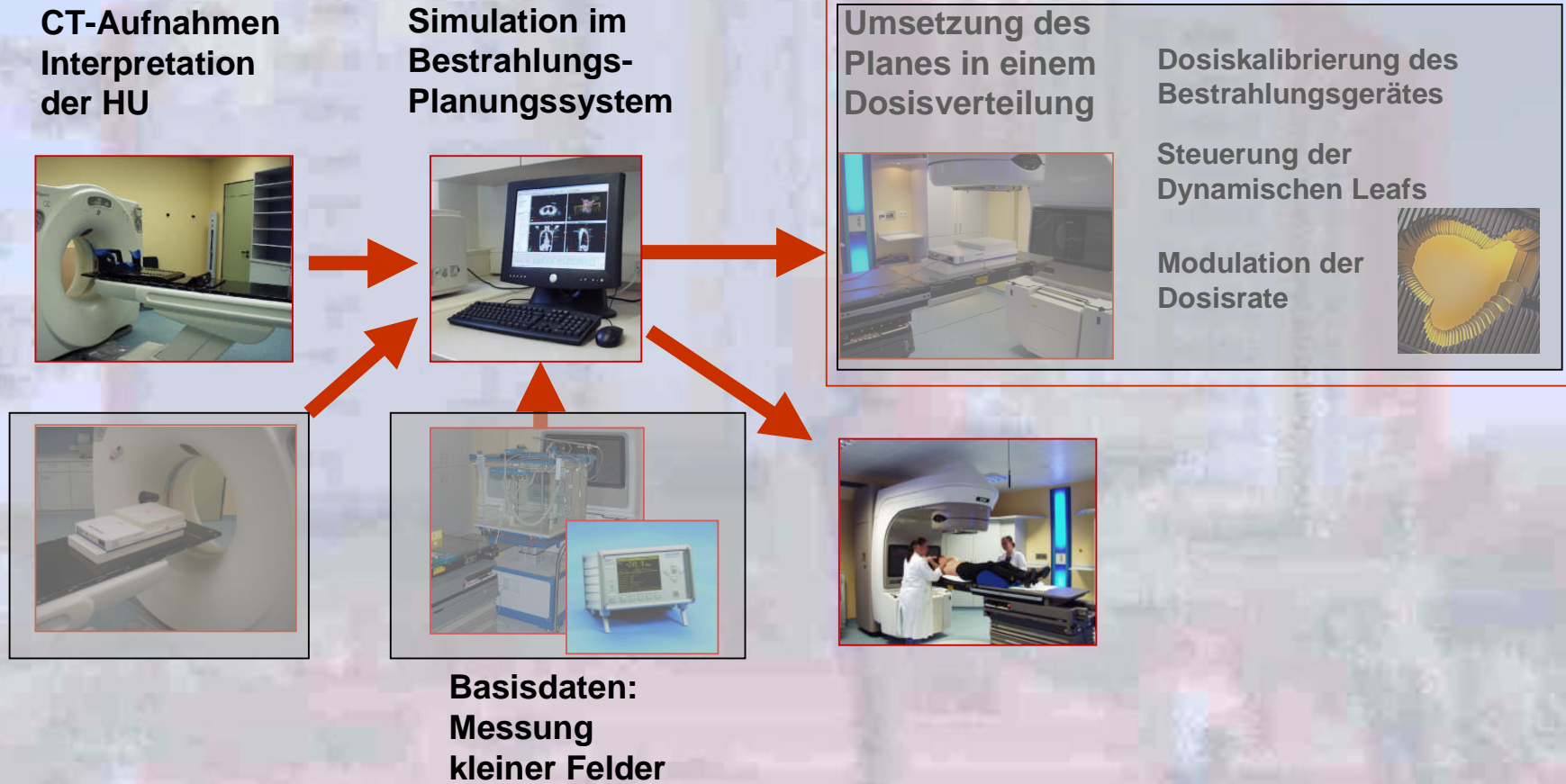


**Basisdaten:
Messung
kleiner Felder**



Feldbezogener Verifikationsmessungen bei IMRT-Plänen

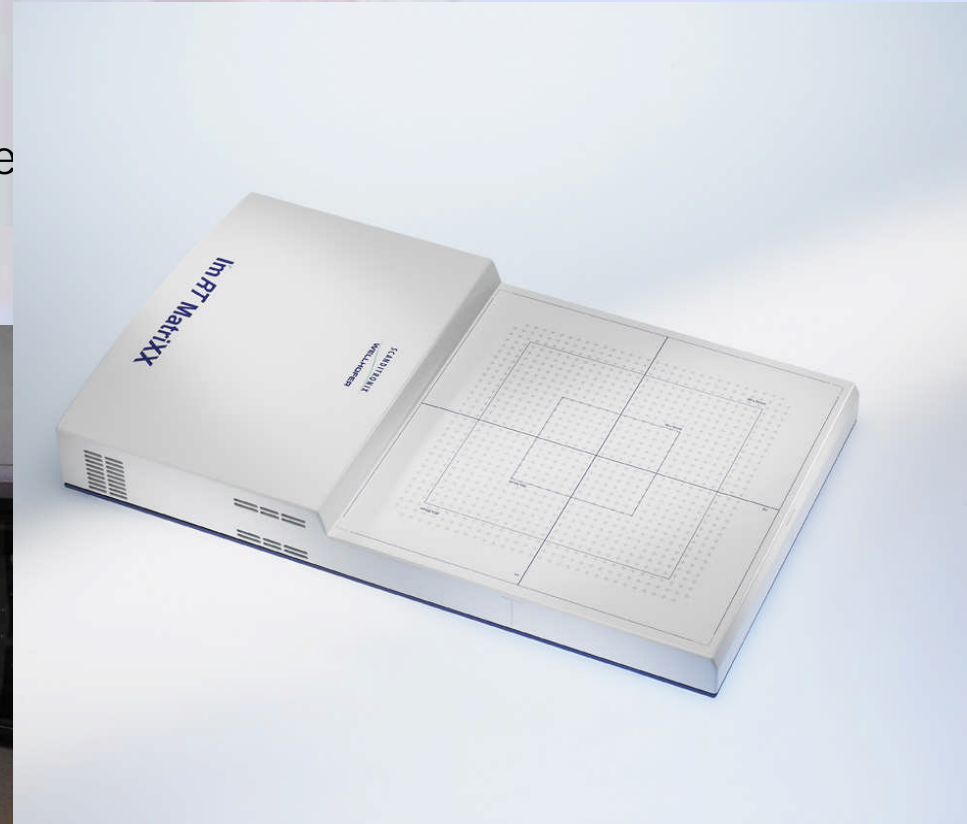
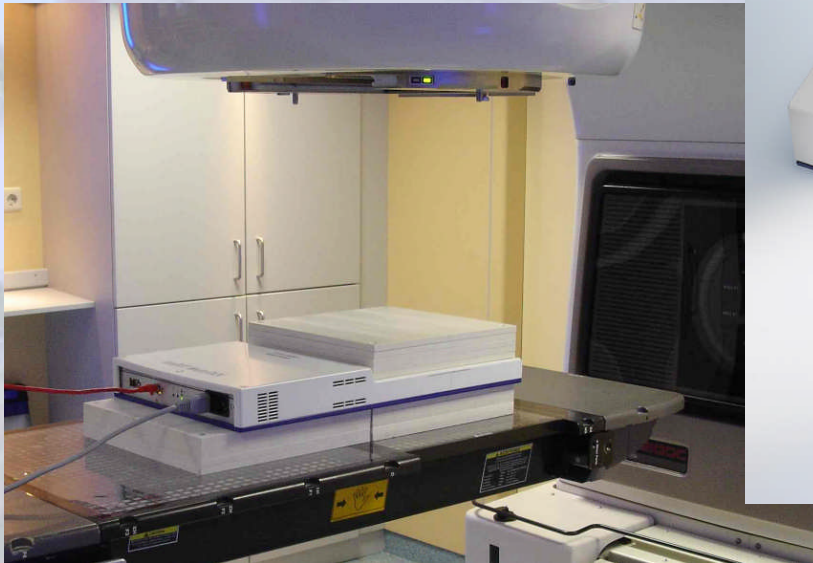
Das Konzept



Feldbezogener Verifikationsmessungen bei IMRT-Plänen

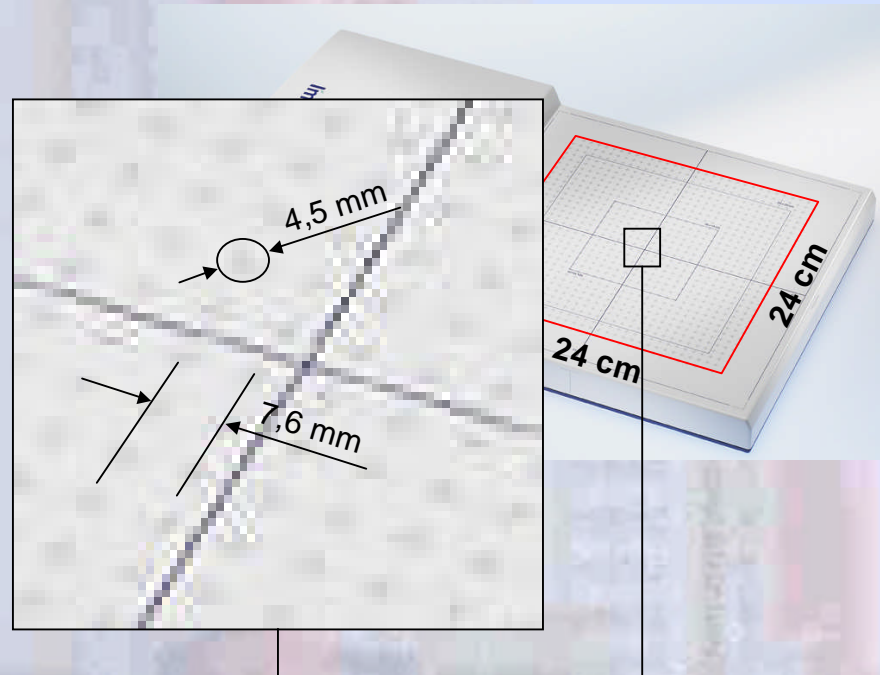
Wahl des Messmittels

- Ionisationskammer Array
MatriXX
der Firma Scanditronix Wellhöfe
mit 1020 Ionisationskammern
- Plattenphantom



Feldbezogener Verifikationsmessungen bei IMRT-Plänen

- Die MatriXX:
 - Pixelgröße: $7,6 \times 7,6 \text{ mm}^2$
 - Durchmesser einer einzelnen Ionisationskammer: $4,5 \text{ mm}$
 - 1020 Kammern auf $24 \times 24 \text{ cm}$
 - Automatische Korrektur für Luftdruck und Temperatur

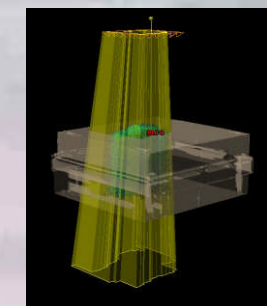
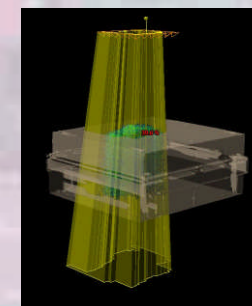
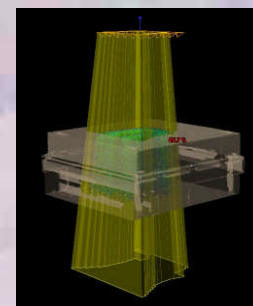
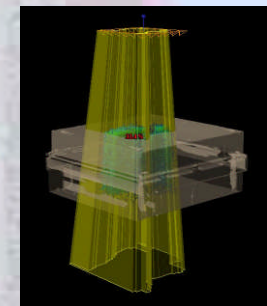
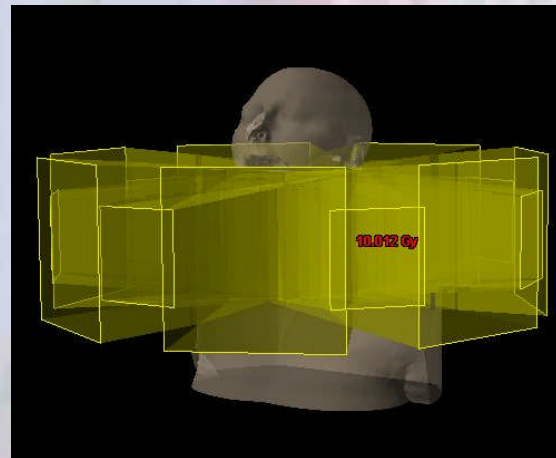
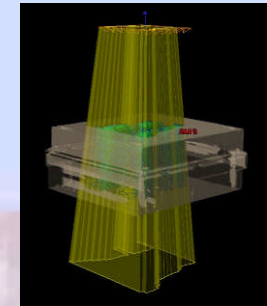
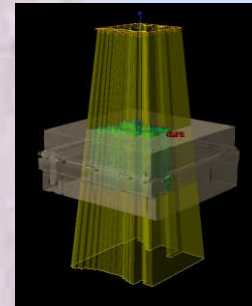
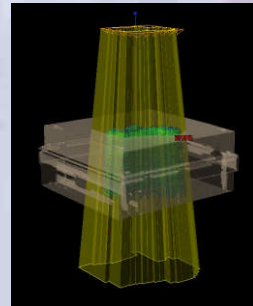


Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung

Erstellen von Verifikationsplänen

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

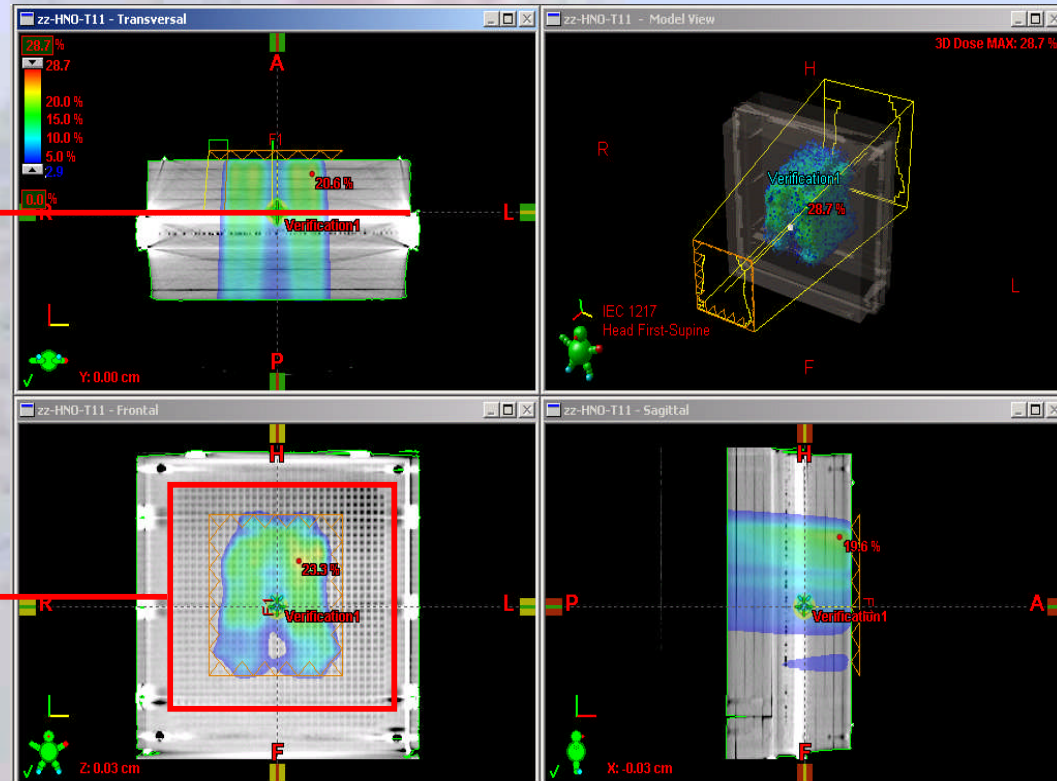
Für die Verifikationspläne wird das 3D-CT der MatriXX verwendet.



Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung

Export der Dosismatrix

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

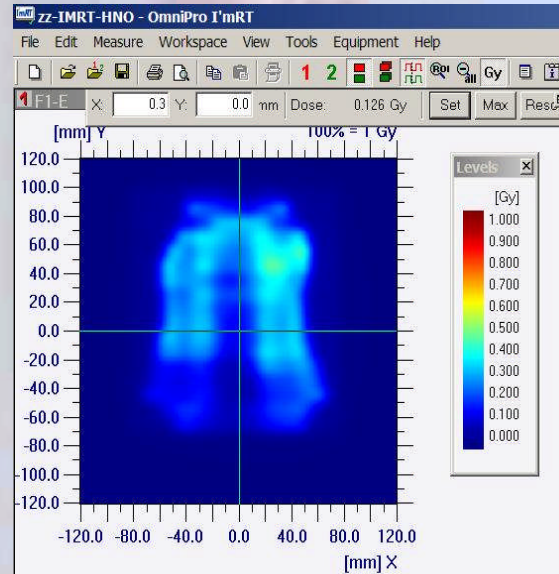


Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung

Import der
Dosismatrix ins
Messsystem



Die berechnete 2D-
Dosisverteilung wird
dann in OmniPro-ImRT
importiert



Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung

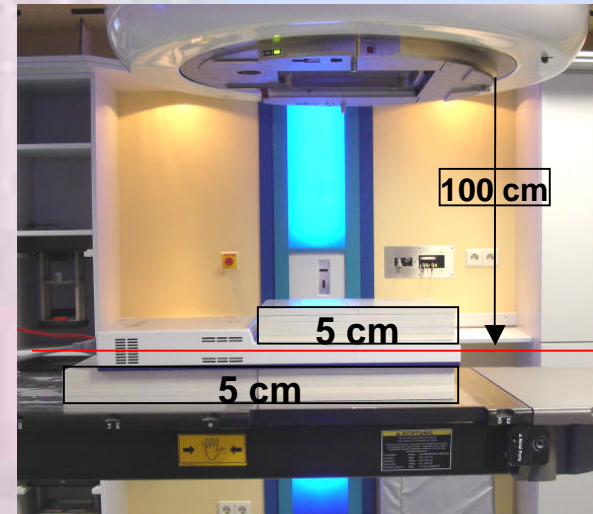
Messung am
Beschleuniger

Messaufbau genau
wie beim CT-Scan

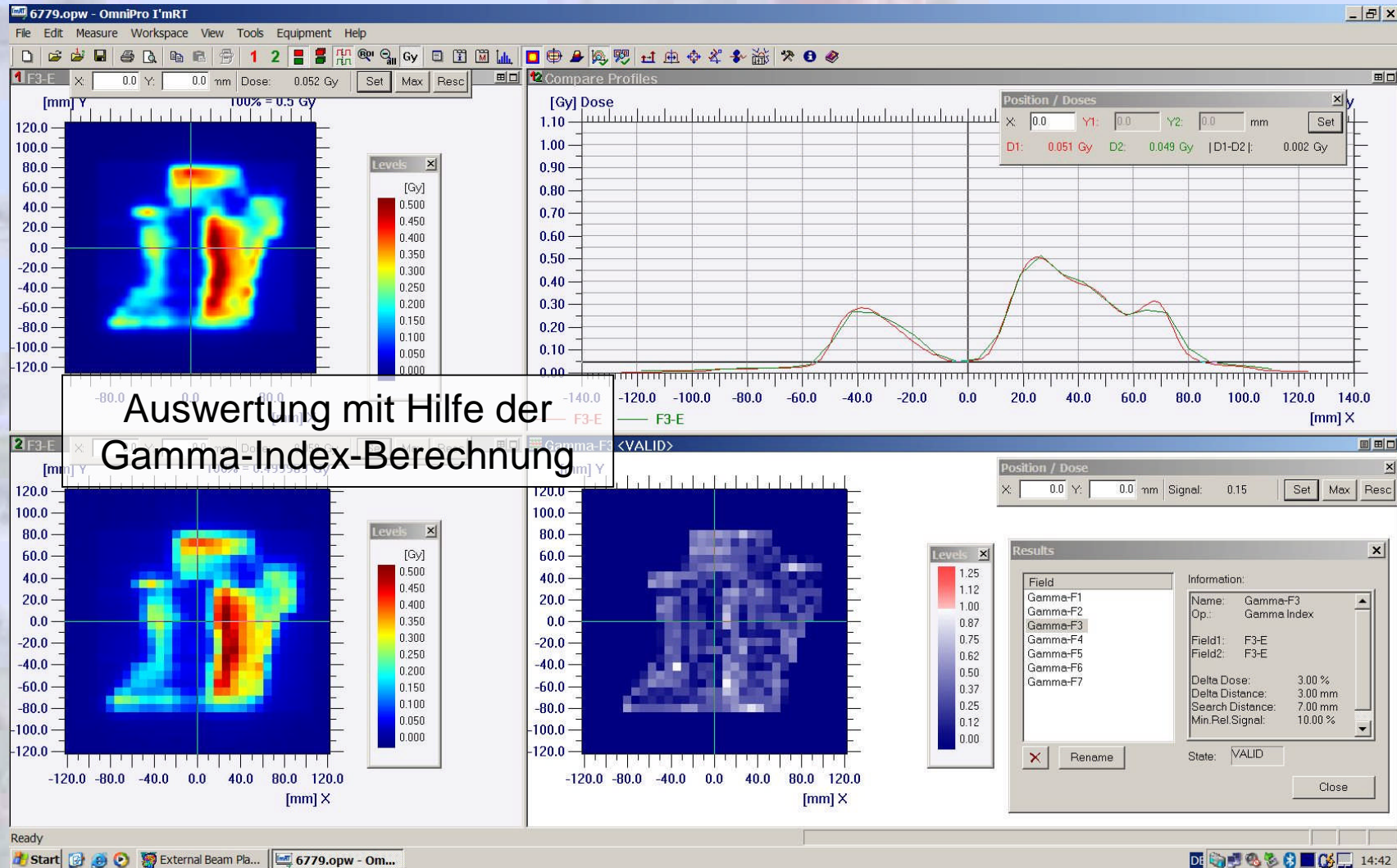
Die Ionisationskammern
werden genau im FHA
100 cm positioniert

5 cm Aufbaumaterial und
5 cm Rückstreumaterial.

Es wird immer Absolute Dosis gemessen.
Automatische Druck- und Temperaturkompensation durch Messfühler mit
hoher Langzeitstabilität.



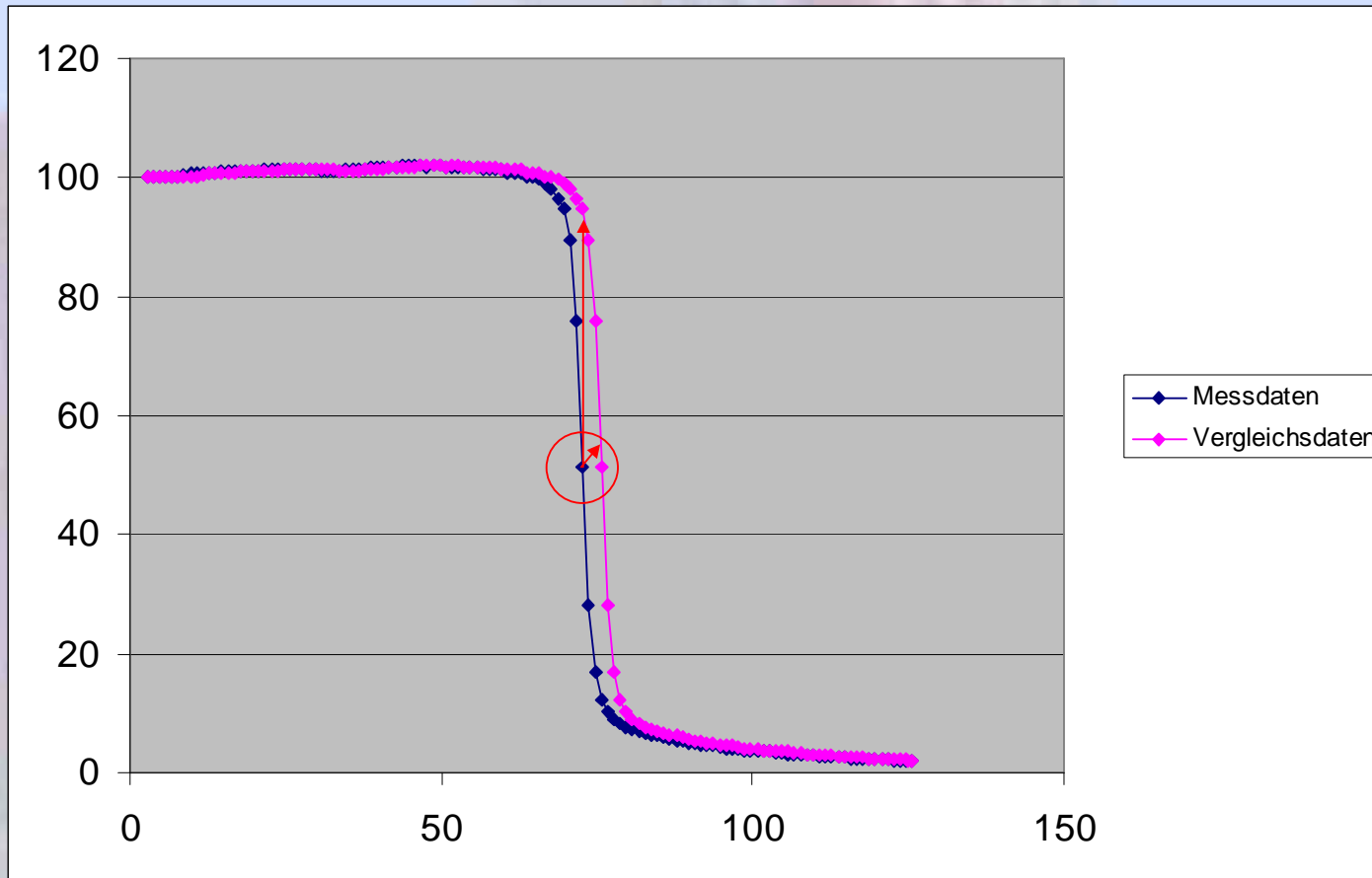
Praktischer Ablauf der feldbezogenen Verifikationsmessung



Auswertung mit Hilfe der
Gamma-Index-Berechnung



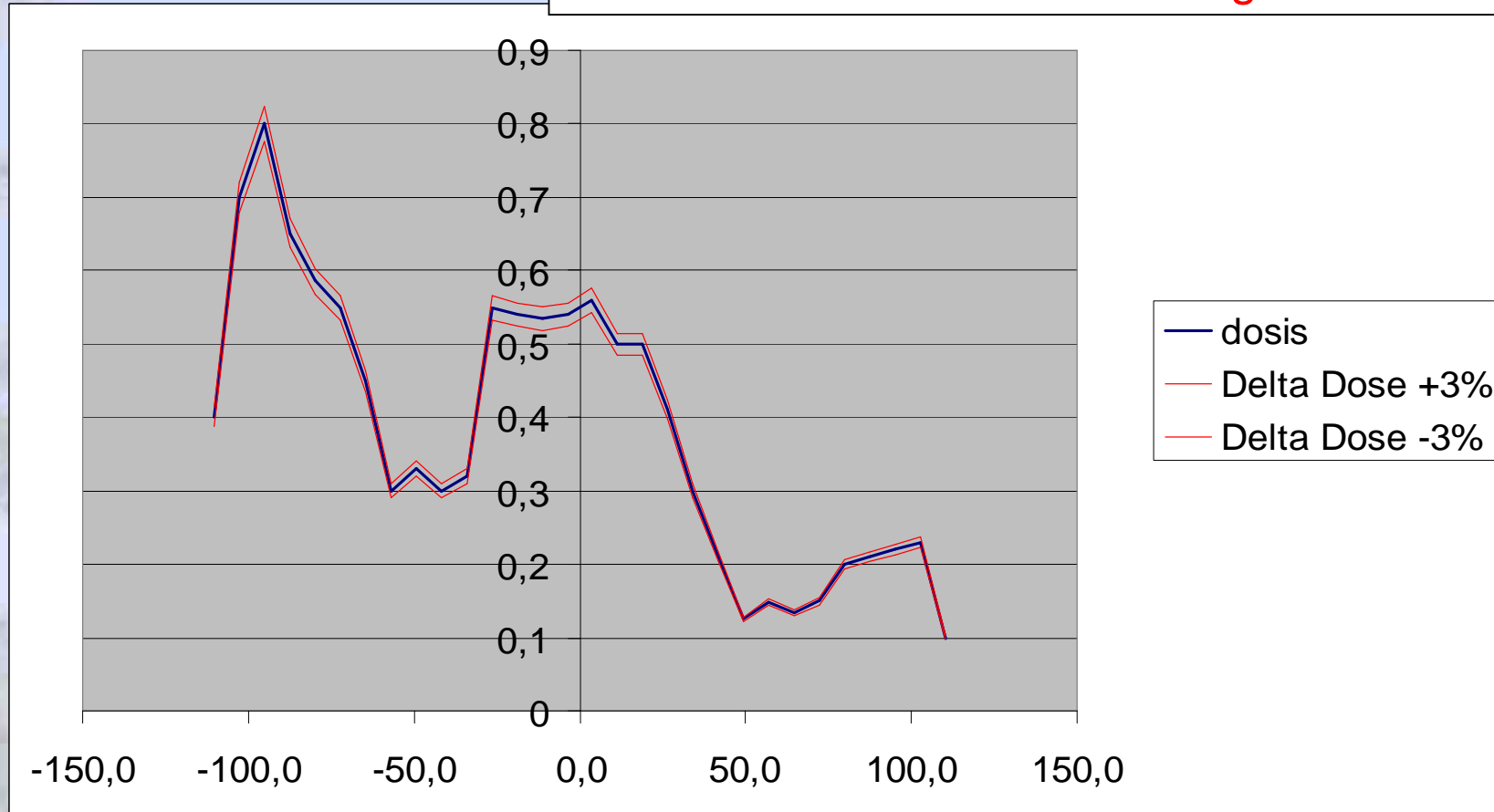
Gamma-Index-Berechnung



Gamma-Index-Berechnung

lokaler Gamma-Index

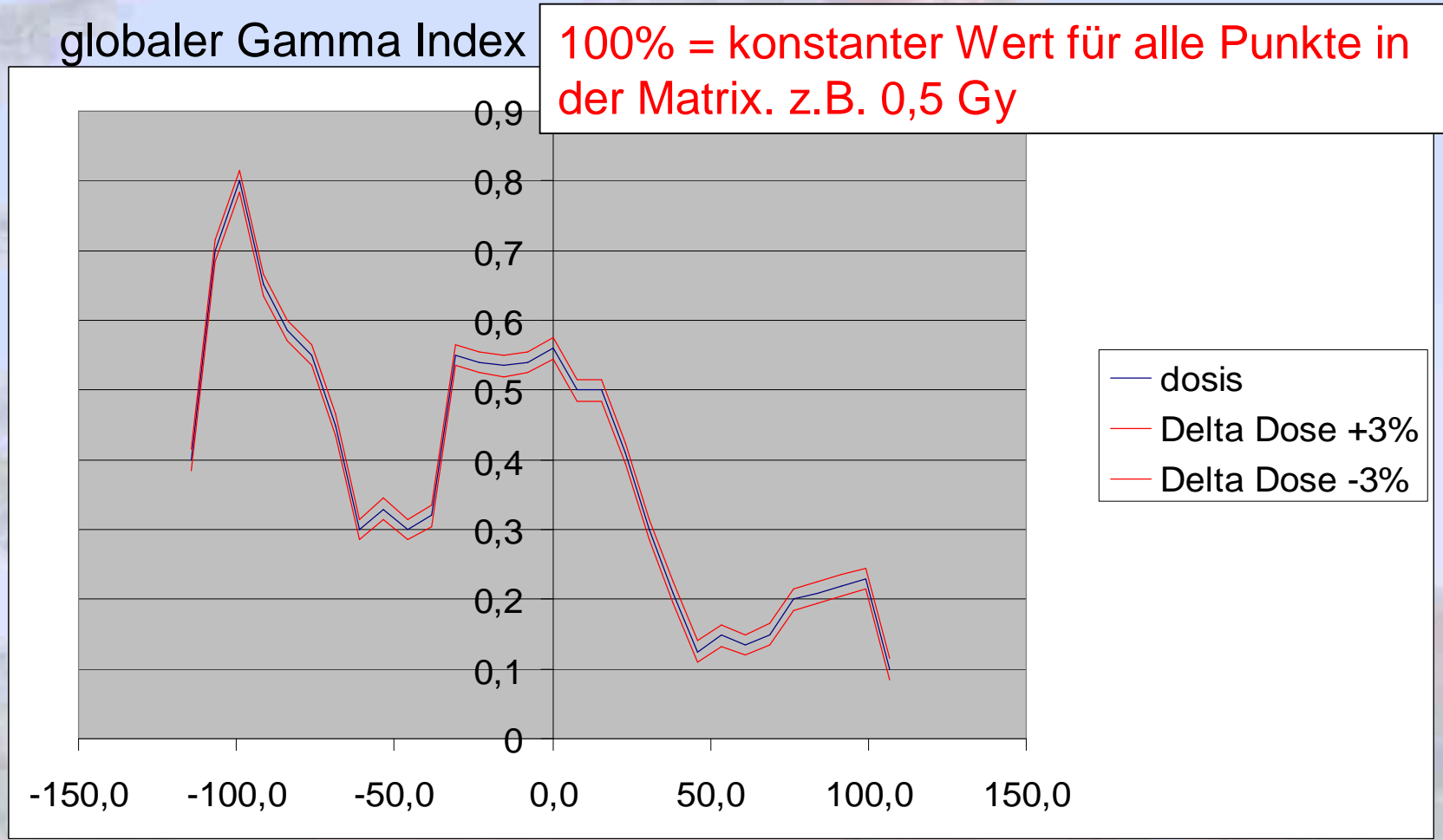
100% = lokaler Wert in der Vergleichsmatrix



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



Gamma-Index-Berechnung



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

Gamma-Index-Berechnung

Wir verwenden den globalen Gamma Index.

- Der tolerierte Dosiswert wird direkt von der Normierung der MatriXX 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

Typischerweise verwendete Werte für Delta Dose und Delta Distance:

Delta Dose 3 %

Delta Distance 3 mm

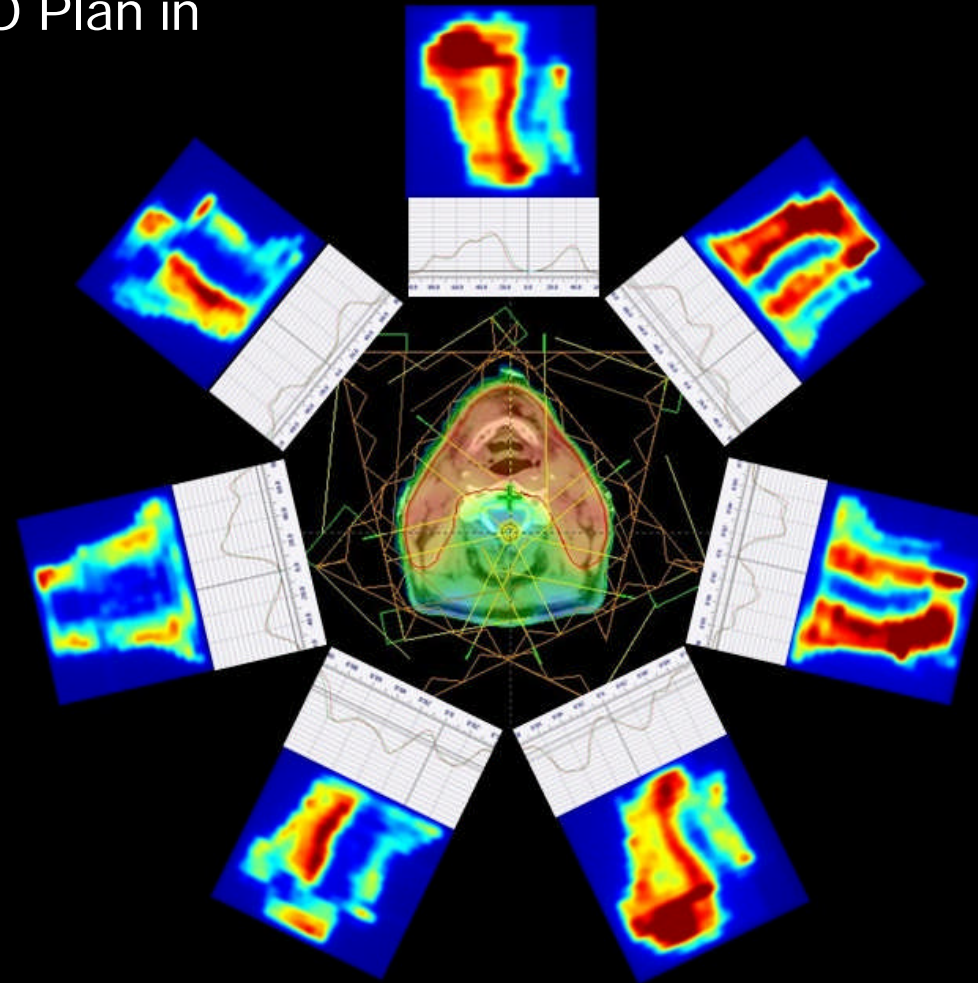
Wie begründet man diesen Delta-Dose Wert ?

Was ist der richtige Delta-Dose-Wert ?



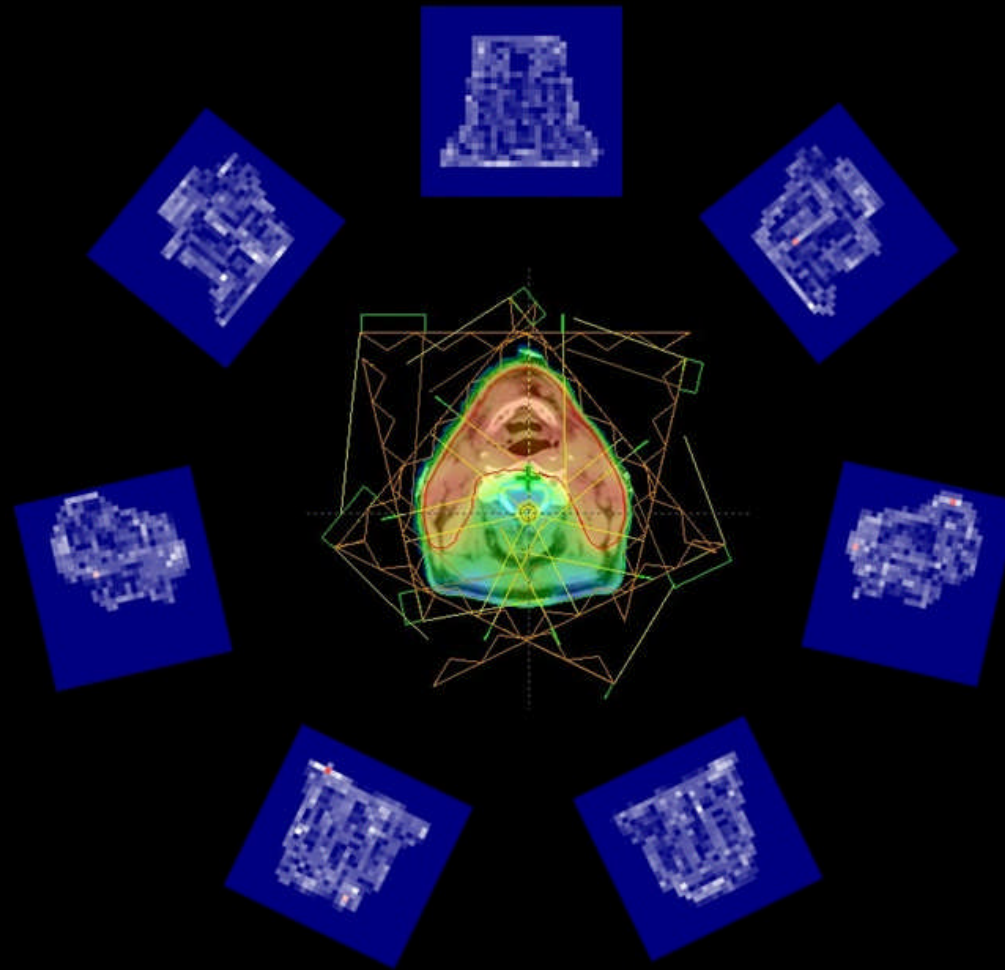
Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Typischer HNO Plan in
IMRT-Technik



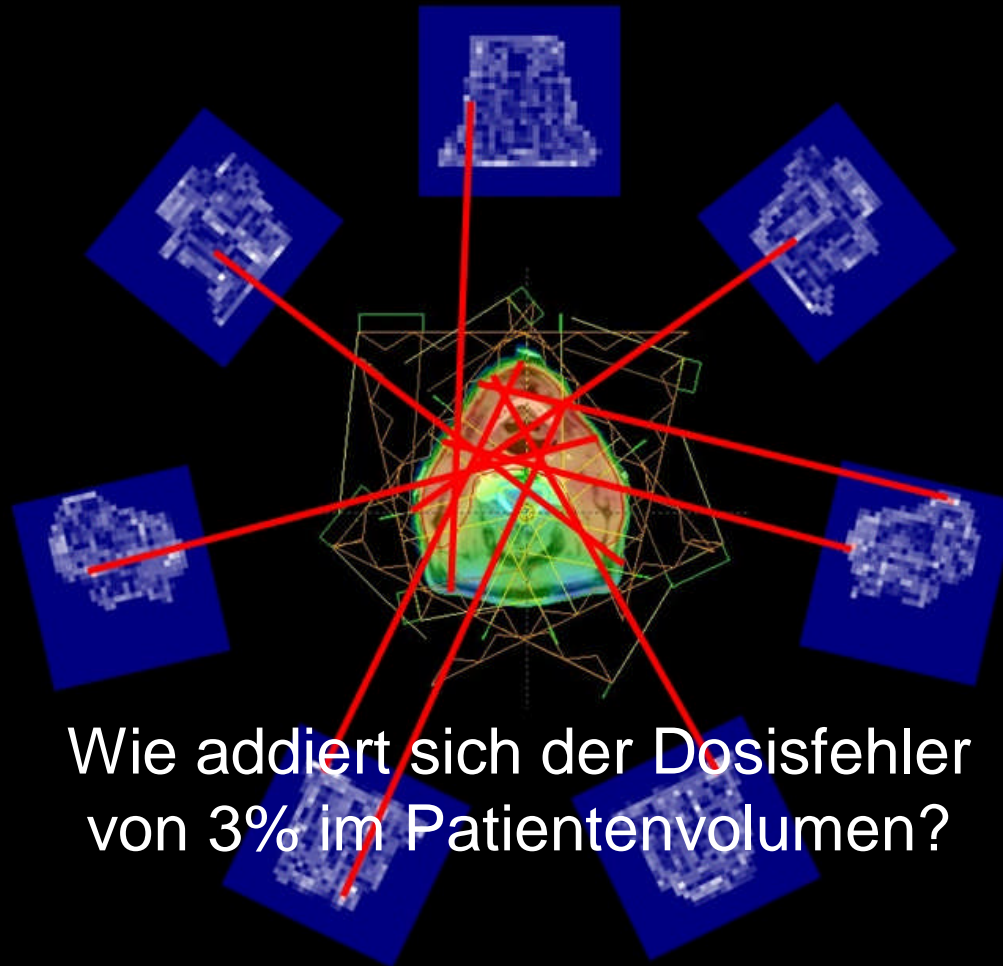
Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Ergebnis der Gamma-Index Analyse bei feldbezogenen Verifikationsmessungen



Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Ergebnis der Gamma-Index Analyse bei feldbezogenen Verifikationsmessungen



Wie addiert sich der Dosisfehler
von 3% im Patientenvolumen?

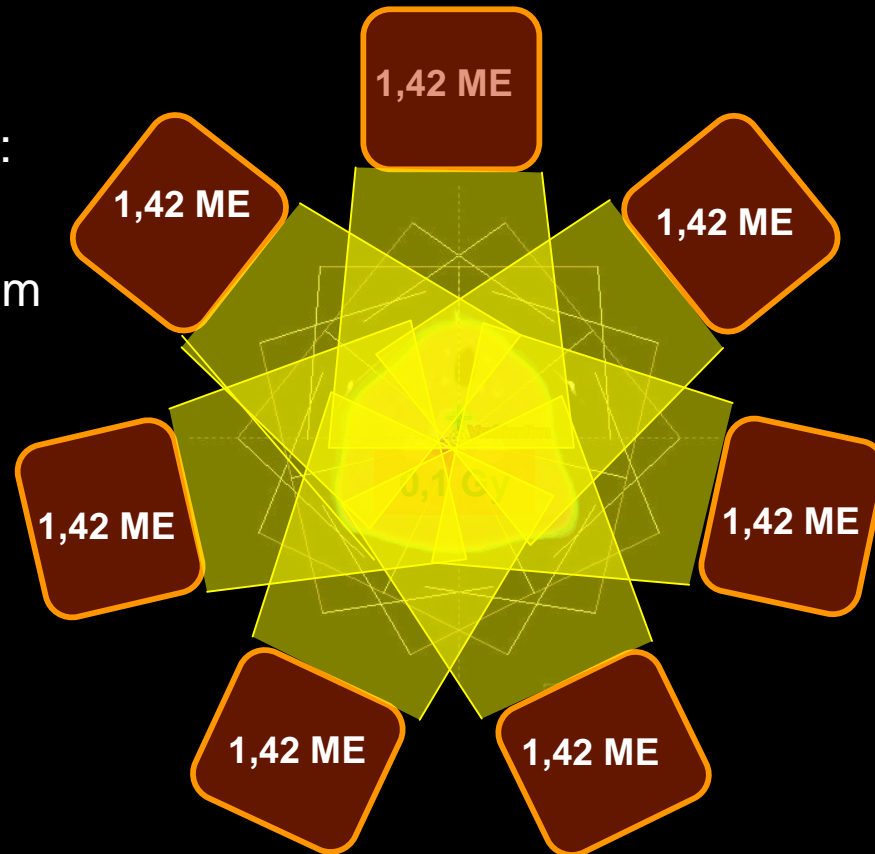


Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

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

Dosis pro Fraktion:
2 Gy

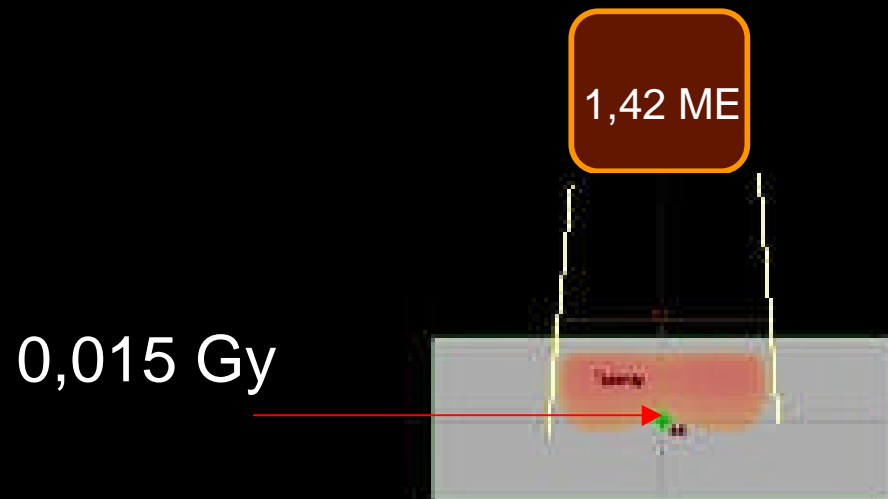
Tolerierter Fehler im
Patientenvolumen:
5% = 0,1 Gy



Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

Dosis pro Fraktion: 2 Gy

Tolerierter Fehler im Patientevolumen: 5% = 0,01 Gy



Bei Delta Dose = 3% und einer Normierung von 0,5 Gy = 100% wird der eine Dosis toleranz von 0,015 Gy gerade noch erlaubt.



Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

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

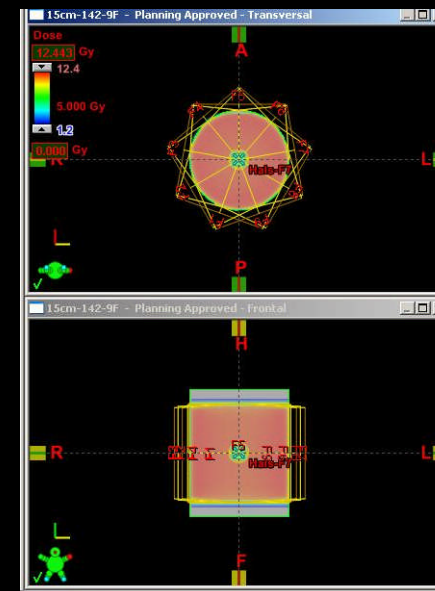
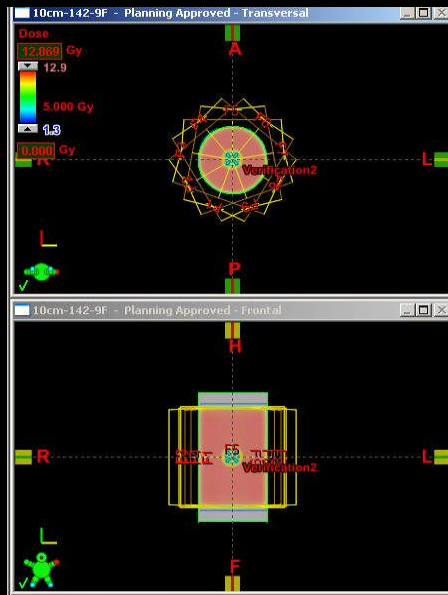
Bei 7 Feldern ergibt sich ein Fehler von 0,1 Gy . (5 % von 2Gy)

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)



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)



Ermittlung des Delta-Dose-Wertes

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 folgendes Einstellungen verwenden:

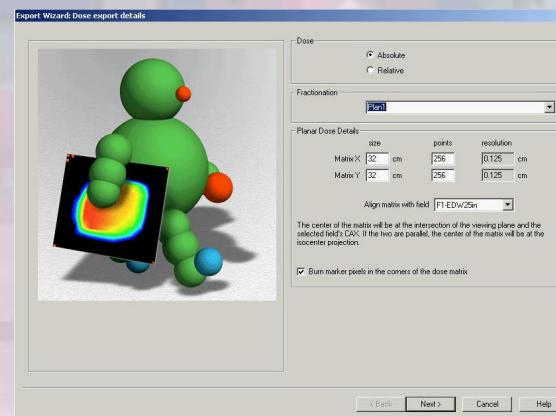
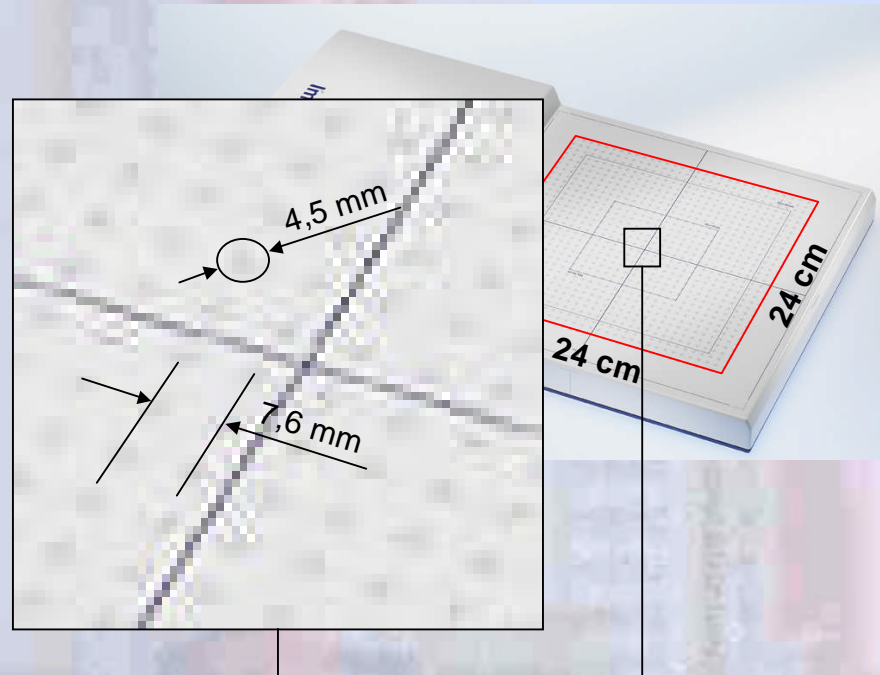
- Für Kopf-Hals-Bestrahlungen mit bis zu 7 Feldern,
oder Bestrahlungen im Beckenbereich mit bis zu 9 Feldern:
 - Normierung aller Felder auf 100% = 0,5 Gy
 - Delta Dose von 3%
- Für Kopf-Hals-Bestrahlungen mit 8 bis 11 Feldern
 - Normierung aller Felder auf 100% = 0,33 Gy
 - Delta Dose von 3%

„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

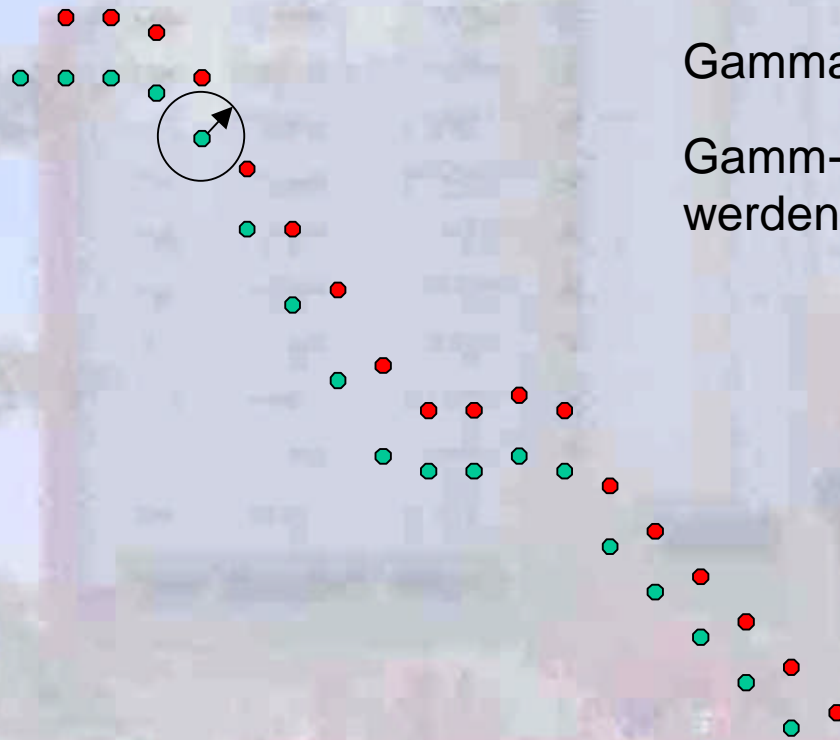


Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix

- Die Auflösung der Gemessenen Dosismatrix ist durch die MatriXX vorgegeben:
 - Pixelgröße: $7,6 \times 7,6 \text{ mm}^2$
 - Durchmesser einer einzelnen Ionisationskammer: $4,5 \text{ mm}$
 - 1020 Kammern auf $24 \times 24 \text{ cm}$
- Die Auflösung der importierten Dosismatrix ist i.d.R. frei wählbar
 - In Eclipse ist die Größe der Matrix und die Auflösung der Matrix frei wählbar.



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



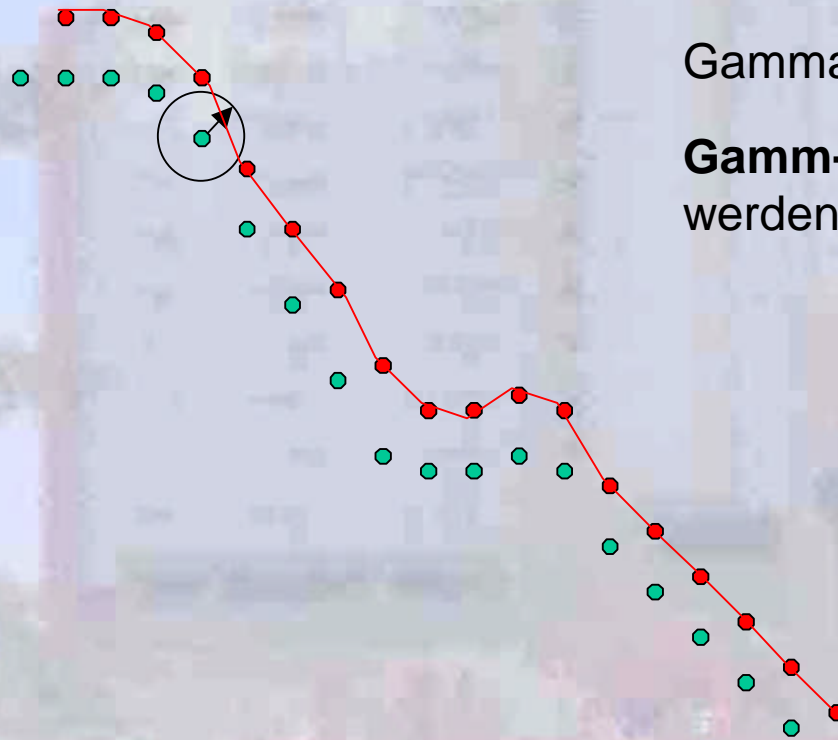
Auflösung der Dosismatrix von 7,6 mm

Gammakriterien von 3% und 3 mm

Gamm-Index > 1 da die Kriterien nicht erfüllt werden



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



Auflösung der Dosismatrix von 1 mm

Gammakriterien von 3% und 3 mm

Gamm-Index < 1 da die Kriterien erfüllt werden



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix

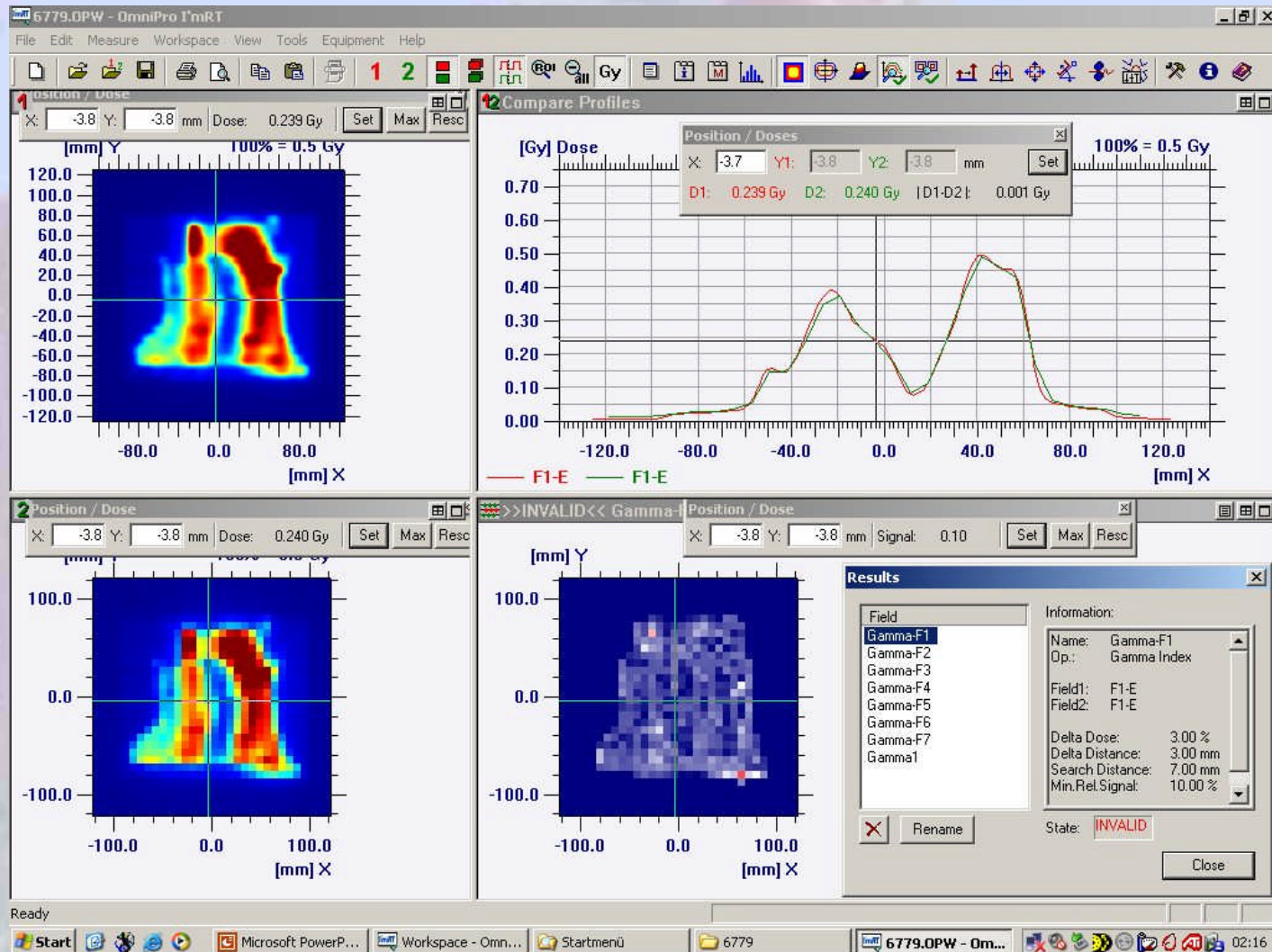
Schlussfolgerung:

Die räumliche Auflösung der aus dem Planungssystem exportierte Dosismatrix muss deutlich größer sein als das Gammakriterium Delta Distance.

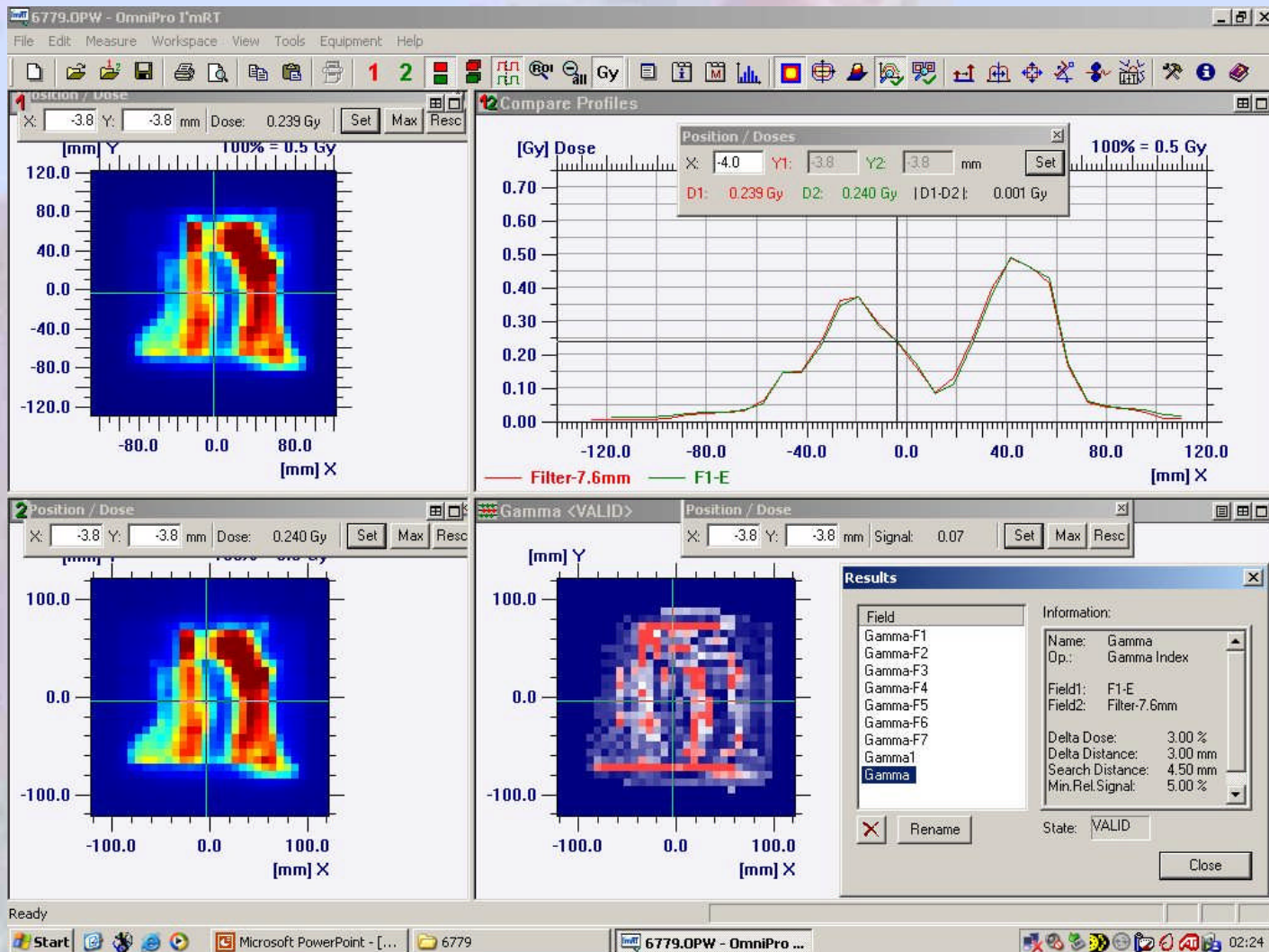
z.B. bei Delta Distance = 3 mm sollte die räumliche Auflösung der Dosismatrix 1 mm betragen.



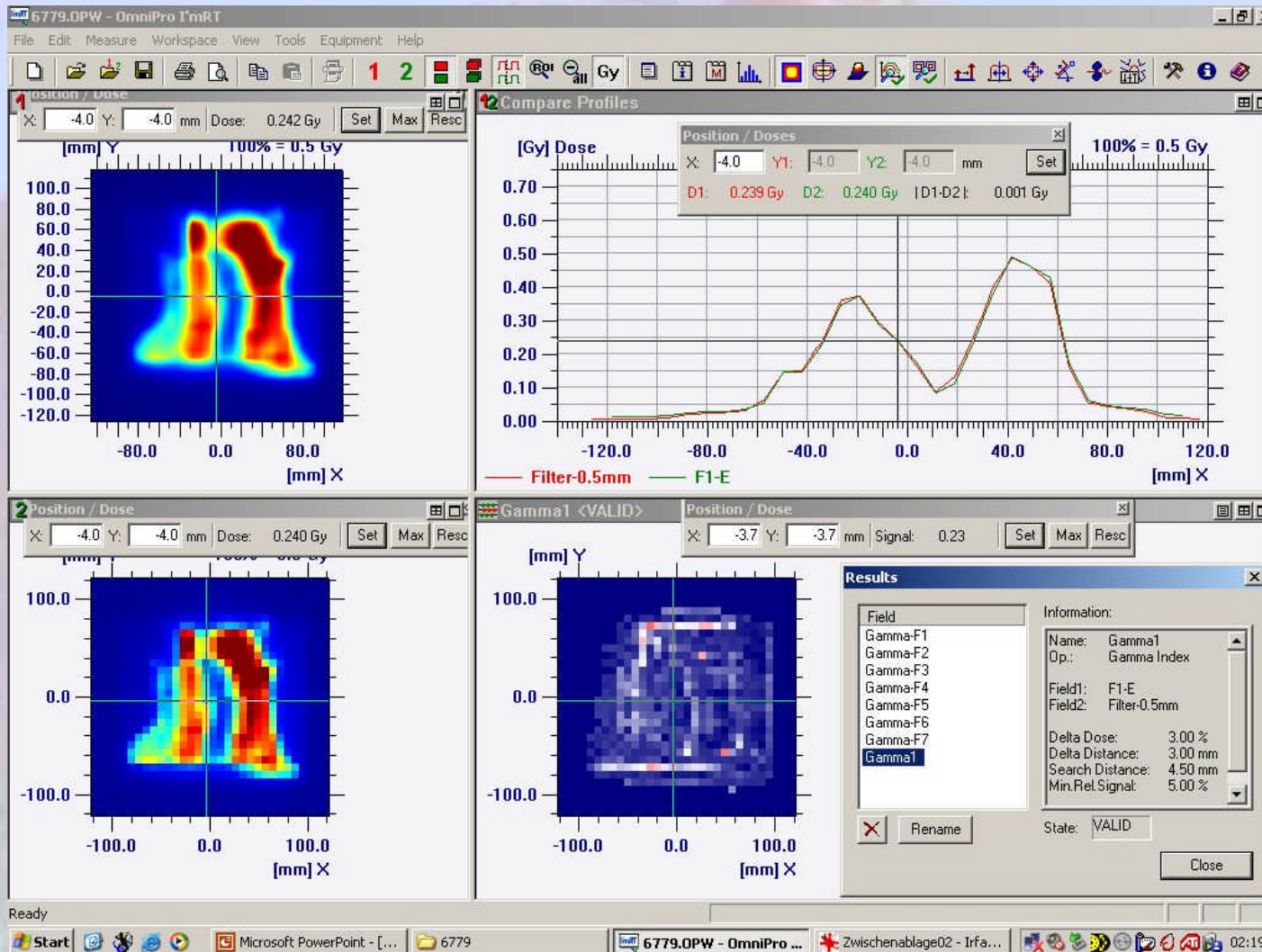
Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix

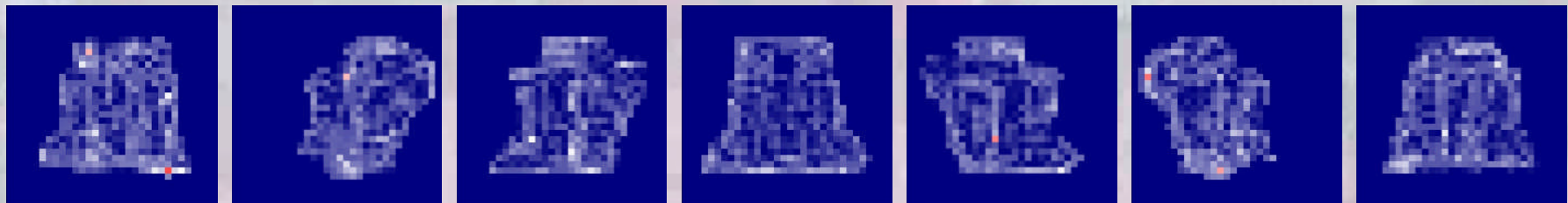


Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



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?
 4. Bringen weitere Felder eines des gleichen Planes eine Dosisabweichung in der gleichen Zeile ein?



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit

