

**Einsatz des Flächendetektors MatriXX
für
die Verifikation von IMRT Bestrahlungsplänen
und
zur Qualitätssicherung am Beschleuniger**

Klinik für Strahlentherapie Städtische Kliniken Bielefeld

Dipl. Ing. FH Dietmar Hahm



Städtische Kliniken Bielefeld
Klinik für Strahlentherapie

Städtische Kliniken Bielefeld Klinik für Strahlentherapie

-Technische Ausstattung:

- Zwei Linearbeschleuniger der Firma Varian: CL2100 und CL600
 - 6 und 15 MeV Photonen und 6,9,12,16,20 MeV Elektronen
 - Multi Leaf Collimator (80 Leafs)
 - Portal Imagin System mit amorphen Silizium
- CT-Scanner für Virtuelle Simulation
- Bestrahlungsplanungssystem Eclipse
- Verifikationssystem VARIS
- Varisource - HDR Brachytherapie-System mit Iridium 192

-Personelle Ausstattung:

- 5 Ärzte
- 2 Medizinphysikexperten, 1 Techniker, ½ MTRA
- 7 MTRA



Vorüberlegungen zur Einführung von IMRT

Der Einführung von IMRT sind u.a. folgende Vorüberlegungen vorausgegangen:

1. Das Personal muss IMRT wollen → extra Arbeitszeit
2. Hard- und Softwareausstattung der Bestrahlungsgeräte und des Planungssystems
3. Konzepte für die Erstellung von IMRT Plänen
4. Geeignete Patienten bzw. Zielvolumina
5. Basisdaten (Messung kleiner Felder)
6. Qualitätssicherung
7. Planverifikation und Dokumentation

**Messsystem zur
dosimetrischen
Verifikation**



Vorüberlegungen zur Einführung von IMRT

Welche Komponenten muss ein QS-System überwachen ?

**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**

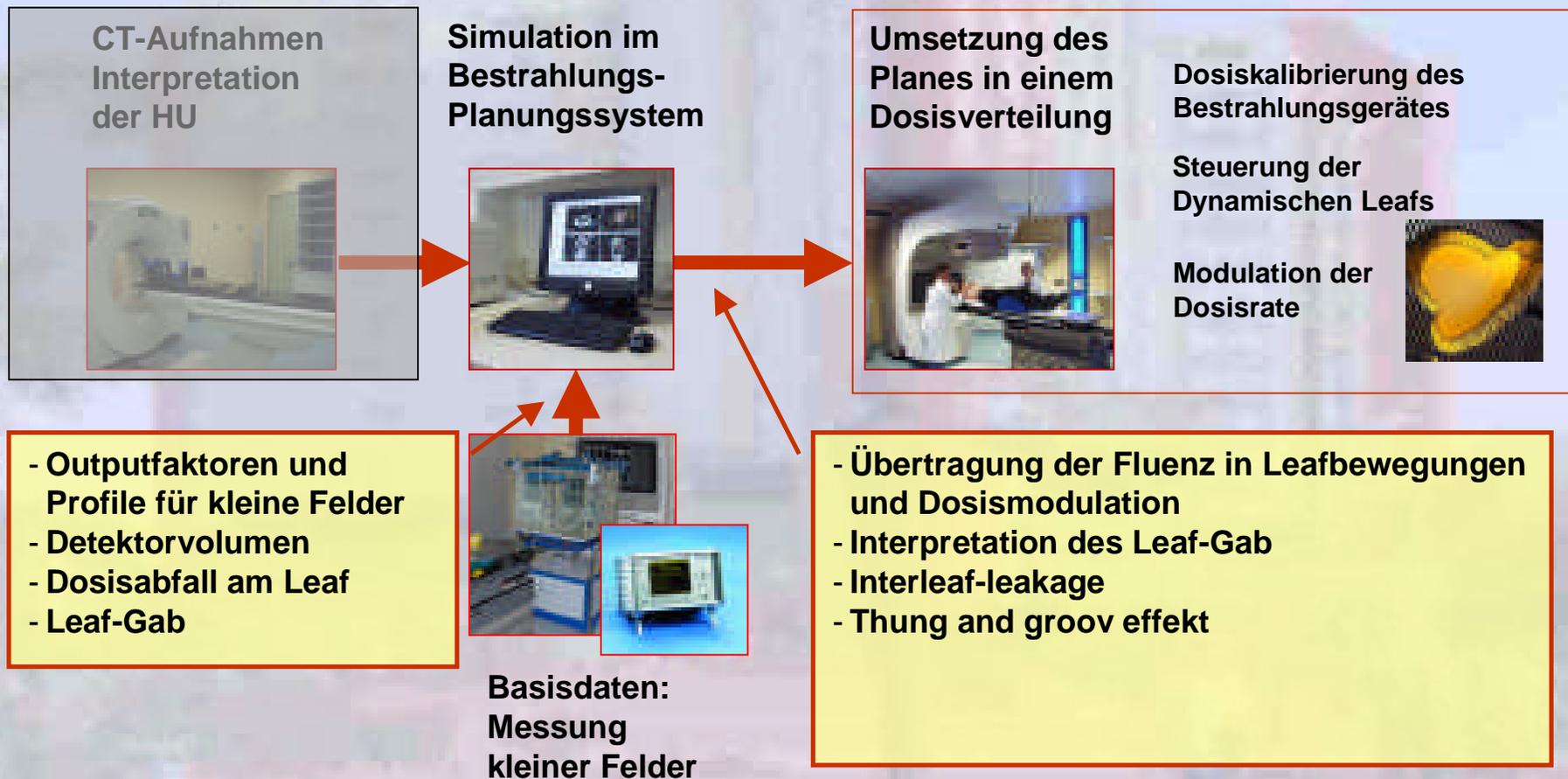


**Basisdaten:
Messung
kleiner Felder**



Vorüberlegungen zur Einführung von IMRT

IMRT spezifische Aspekte



Vorüberlegungen zur Einführung von IMRT

IMRT spezifische Aspekte

CT-Aufnahmen
Interpretation
der HU



Simulation im
Bestrahlungs-
Planungssystem



Umsetzung des
Plans in einem
Dosisverteilung



Dosiskalibrierung des
Bestrahlungsgerätes

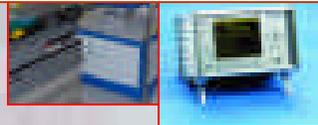
Steuerung der
Dynamischen Leafs

Modulation der
Dosisrate



Was wir hier sehen

wollen wir dort haben.



Basisdaten:
Messung
kleiner Felder



Vorüberlegungen zur Einführung von IMRT

Welche Komponenten muss ein QS-System überwachen ?

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



Überprüfung jedes
IMRT Planes mit Hilfe eines
Messsystems
Planbezogenes QS System

Basisdaten
Messung
Klinischer Felder



Einführung eines Planbezogenen QS-Systems für IMRT

- Die Planbezogene Verifikation gibt ein hohes Maß an Sicherheit da jeder Plan für jeden individuellen Patienten verifiziert wird.

Folgende Komponenten werden geprüft:

- Das Messen und das Einlesen der Basisdaten
- Die Bestrahlungsplanung
- Die Aufnahmen am CT und deren Übertragung an das Planungssystem (Interpretation der HU)
- Die Einstellung am Bestrahlungsgerät (Hard- und Software)
- Die Kalibrierung des Bestrahlungsgerätes
- Der Dynamischen MLC (DMLC)



Einführung eines Planbezogenen QS-Systems für IMRT

- Mögliche Messmittel

- Humanoid Phantom

- mit Inhomogenitäten

Inhomogenitäten: kein spezifischer IMRT Aspekt

- Standardisiertes Phantom

- Plattenphantom ohne Inhomogenitäten

- Detektoren:

- Filme
 - Festkörperdetektoren
 - Ionisationskammern

Filme: Kosten, Kalibrierung, Handhabung

Festkörperdetektoren:
gute Auflösung, Kalibrierung,
Linearität



Einführung eines Planbezogenen QS-Systems für IMRT

- Mögliche Messmittel
 - Humanoid Phantom
 - mit Inhomogenitäten
 - Standardisiertes Phantom
 - **Plattenphantom ohne Inhomogenitäten**
 - Detektoren:
 - Filme
 - Festkörperdetektoren
 - **Ionisationskammern**

Inhomogenitäten: kein spezifischer IMRT Aspekt

Filme: Kosten, Kalibrierung, Handhabung

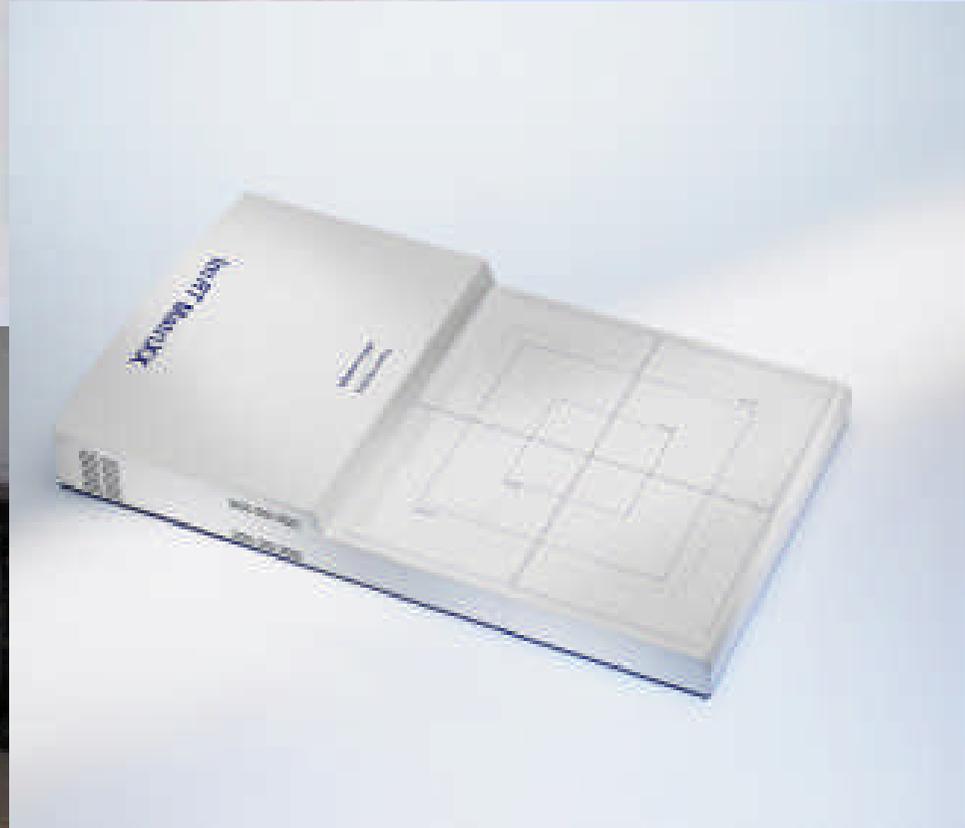
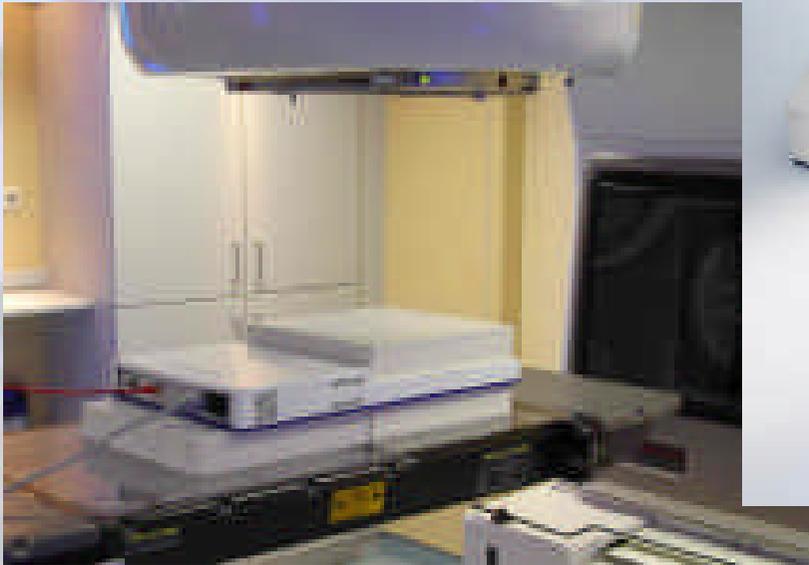
Festkörperdetektoren: gute Auflösung, Kalibrierung, Linearität



Einführung eines Planbezogenen QS-Systems für IMRT

Wahl des Messmittels

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



Einführung eines Planbezogenen QS-Systems für IMRT

Das Konzept

**CT-Aufnahmen
Interpretation
der HU**



**Simulation im
Bestrahlungs-
Planungssystem**



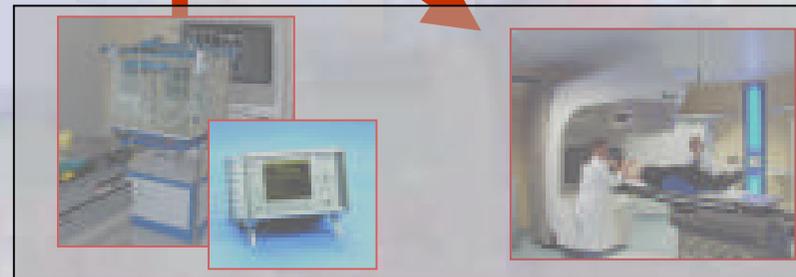
**Umsetzung des
Planes in einem
Dosisverteilung**



**Dosiskalibrierung des
Bestrahlungsgerätes**

**Steuerung der
Dynamischen Leafs**

**Modulation der
Dosisrate**



**Basisdaten:
Messung
kleiner Felder**



**Städtische Kliniken Bielefeld
Klinik für Strahlentherapie**

Einführung eines Planbezogenen QS-Systems für IMRT

Das Konzept

**CT-Aufnahmen
Interpretation
der HU**



**Simulation im
Bestrahlungs-
Planungssystem**



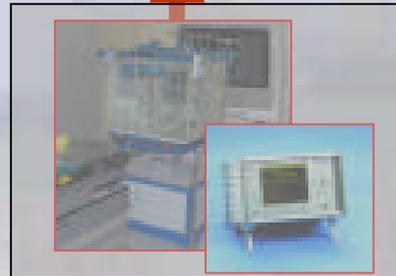
**Umsetzung des
Planes in einem
Dosisverteilung**



Dosiskalibrierung des
Bestrahlungsgerätes

Steuerung der
Dynamischen Leafs

Modulation der
Dosisrate



**Basisdaten:
Messung
kleiner Felder**



Städtische Kliniken Bielefeld
Klinik für Strahlentherapie

Einmaliger CT-Scan der MatriXX

Beim CT-Scan ist zu beachten:

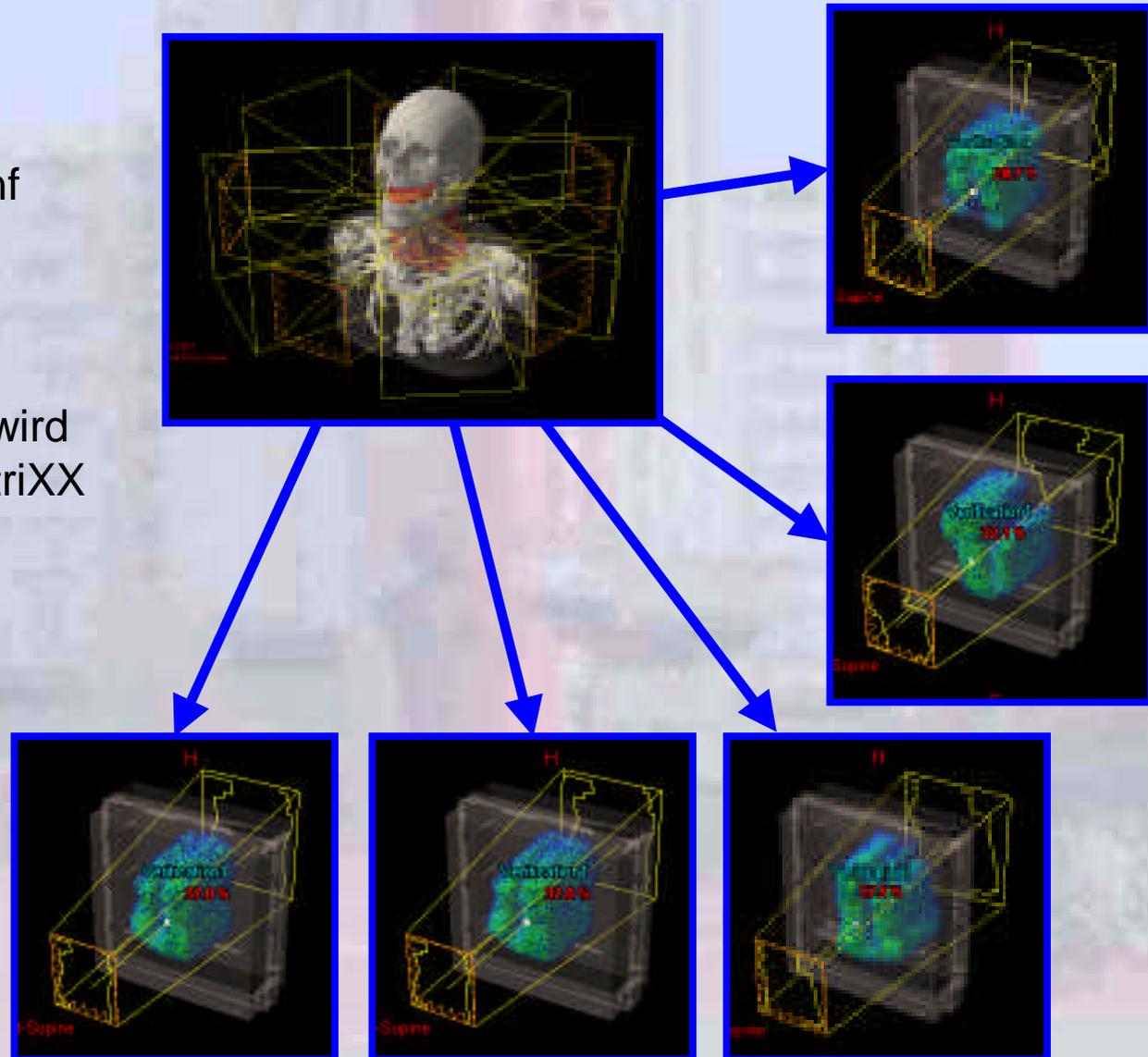
1. Genaue Ausrichtung: DICOM Origin = Mittelpunkt der MatriXX
2. Das Isozentrum eines Verifikationsplans wird später automatisch genau im DICOM Origin des CT-Scans positioniert
3. Ein Bleikreuz im Zentralstrahl verfälscht die Normierung der Pläne Im Planungssystem.
Das Bleikreuz ‚schattet‘ den Referenzpunkt ab und führt dadurch zu einer Überdosierung



Praktischer Ablauf der Verifikation eines IMRT Planes

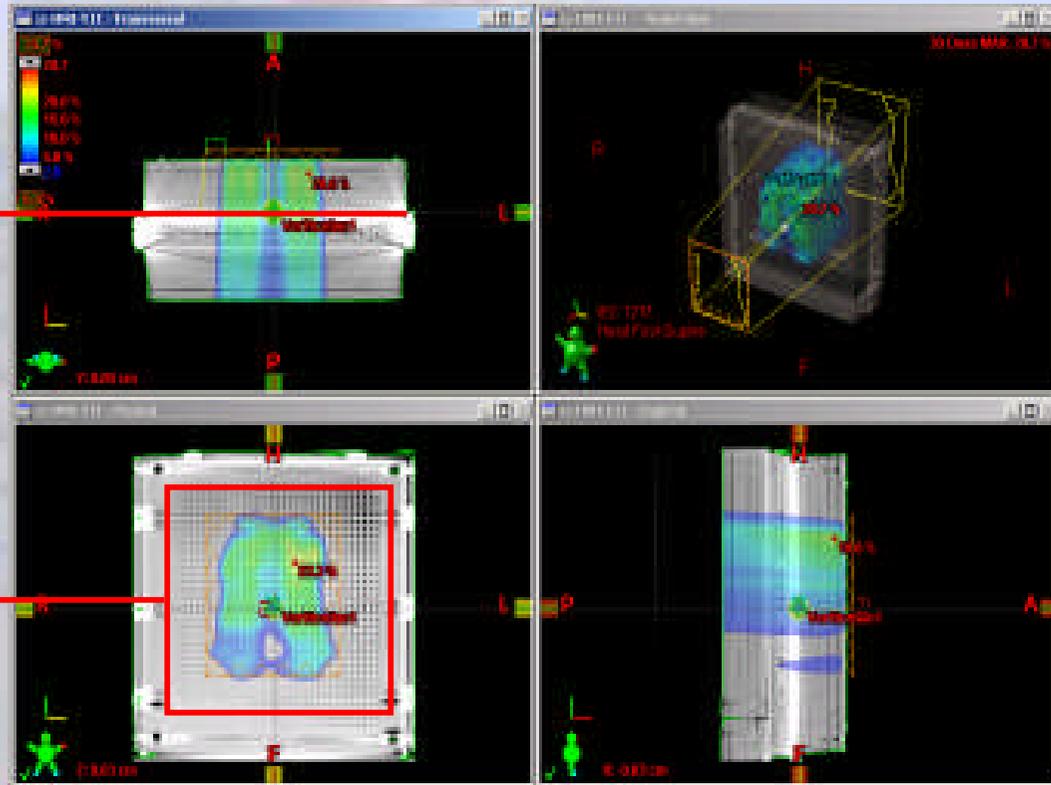
Aus dem fertigen IMRT-Plan mit 5 Feldern werden fünf Verifikationspläne erzeugt.

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



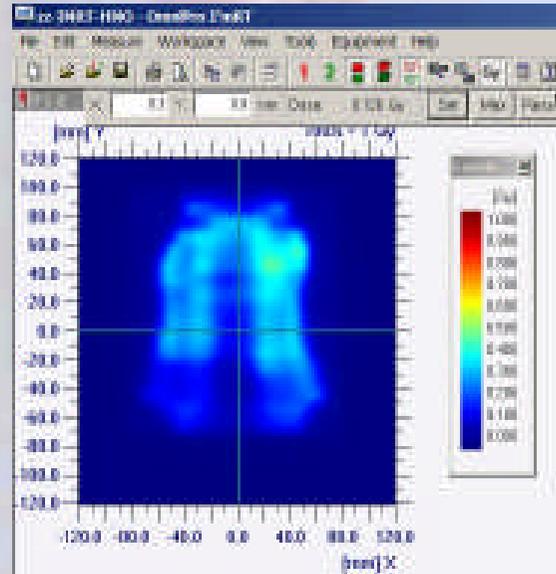
Praktischer Ablauf der Verifikation eines IMRT Planes

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



Praktischer Ablauf der Verifikation eines IMRT Planes

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

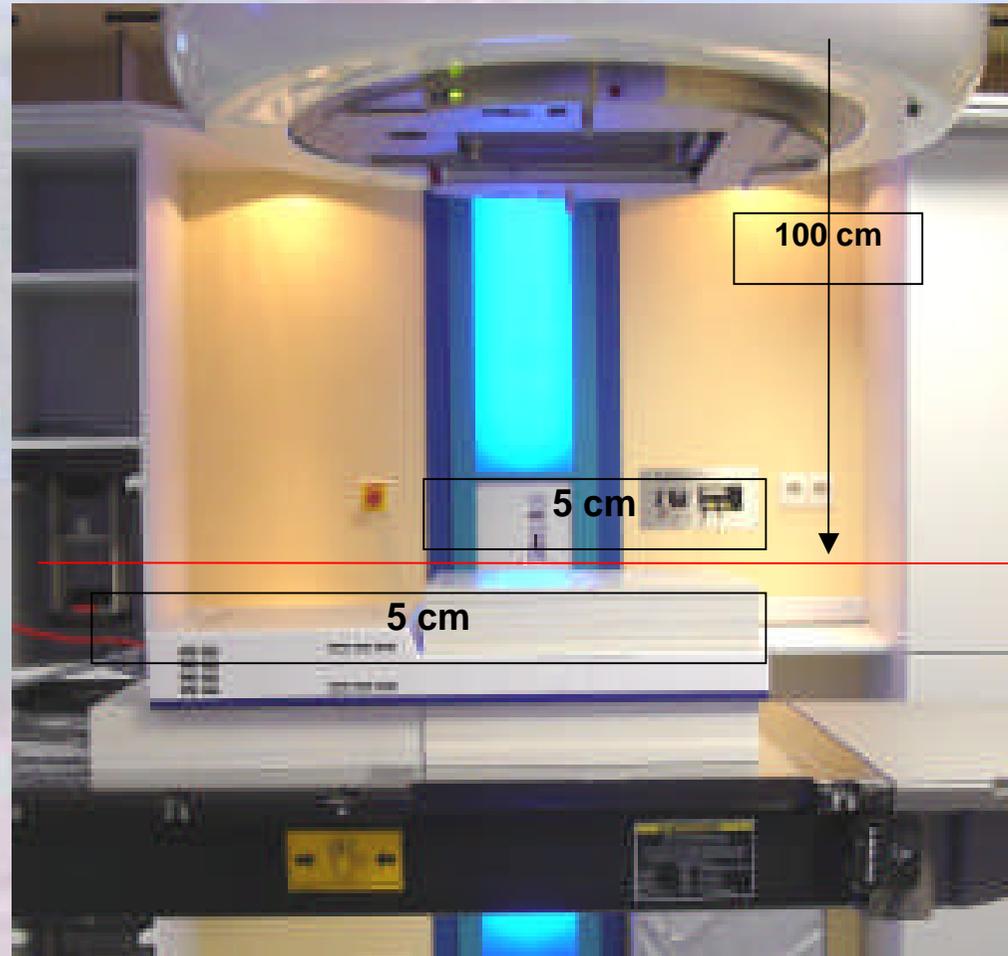


Praktischer Ablauf der Verifikation eines IMRT Planes

Durchführung der Messung am Beschleuniger

Messaufbau genau wie beim CT-Scan

Die Ionisationskammern werden genau im FHA 100 cm positioniert

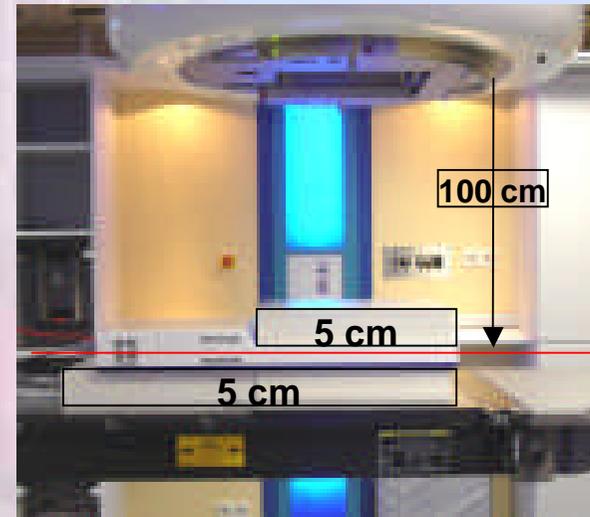


Praktischer Ablauf der Verifikation eines IMRT Planes

Durchführung der Messung am Beschleuniger

Messaufbau genau wie beim CT-Scan

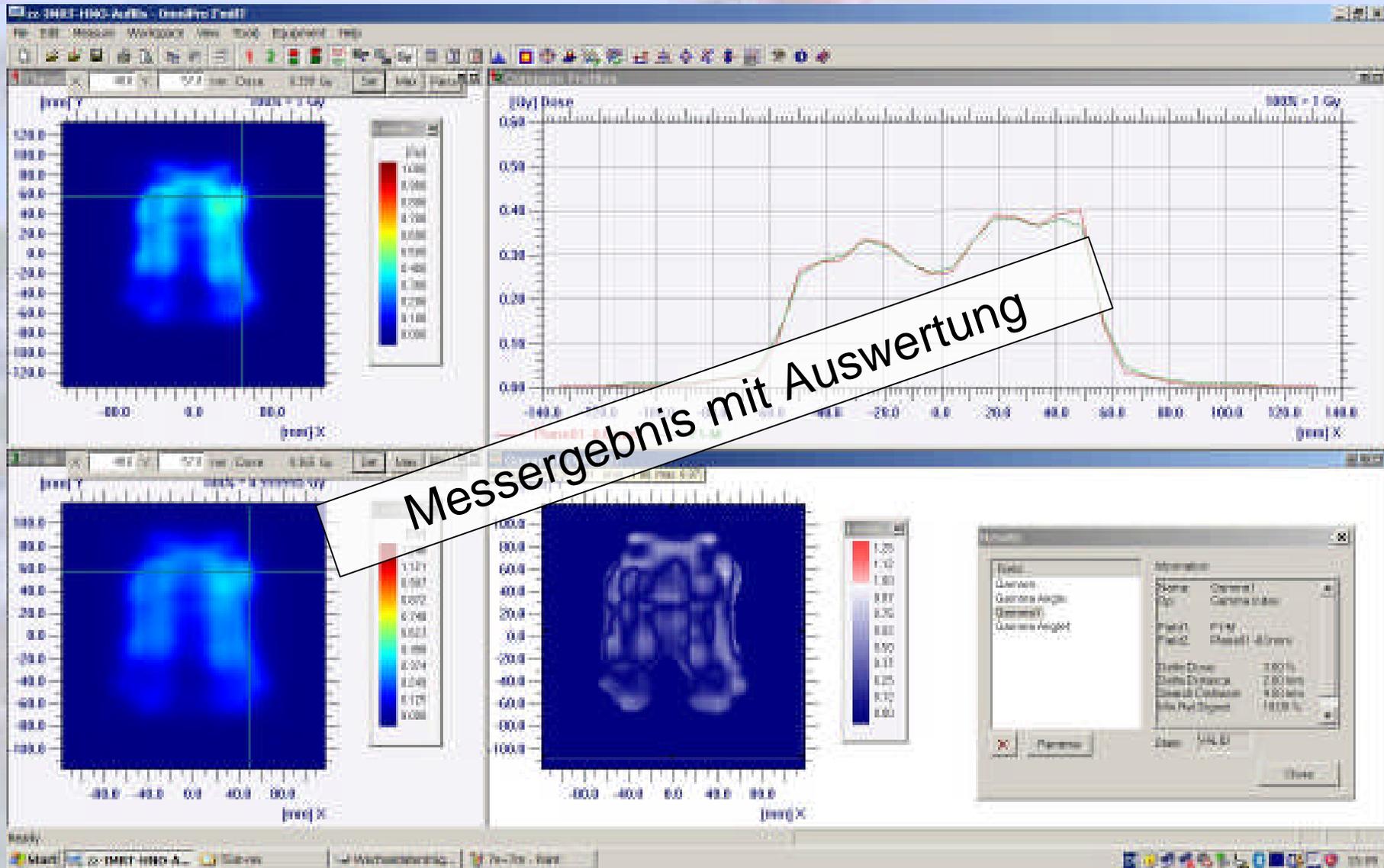
Die Ionisationskammern werden genau im FHA 100 cm positioniert



1. Es wird immer Absolute Dosis gemessen. Damit verhindert man eine Verfälschung der Messergebnisse durch anschließende Normierung
2. Kalibrierung der MatriXX durch Vergleichmessung mit der Absolut Dosimetrie.
3. Automatische Druck- und Temperaturkompensation durch Messfühler mit hoher Langzeitstabilität.

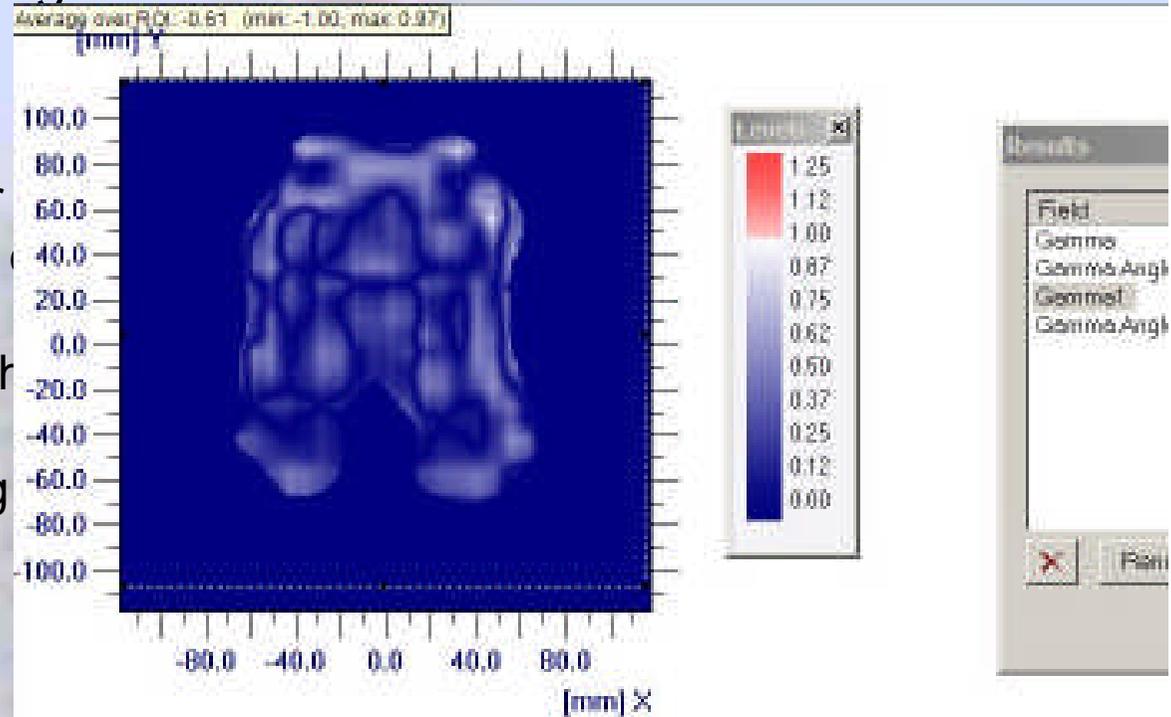


Praktischer Ablauf der Verifikation eines IMRT Planes



Auswertung der Messergebnisse

Zum Vergleich zweier Dosisverteilungen hat sich der **Gamma-Index** bewährt, da schnelle und übersichtliche Methode darstellt, die sowohl räumliche als auch die dosismetrische Abweichung Dosisverteilung überprüft.



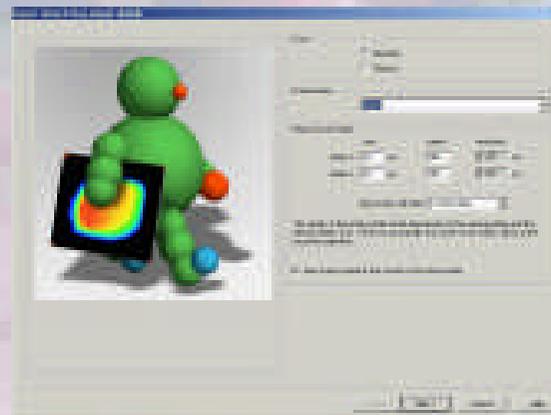
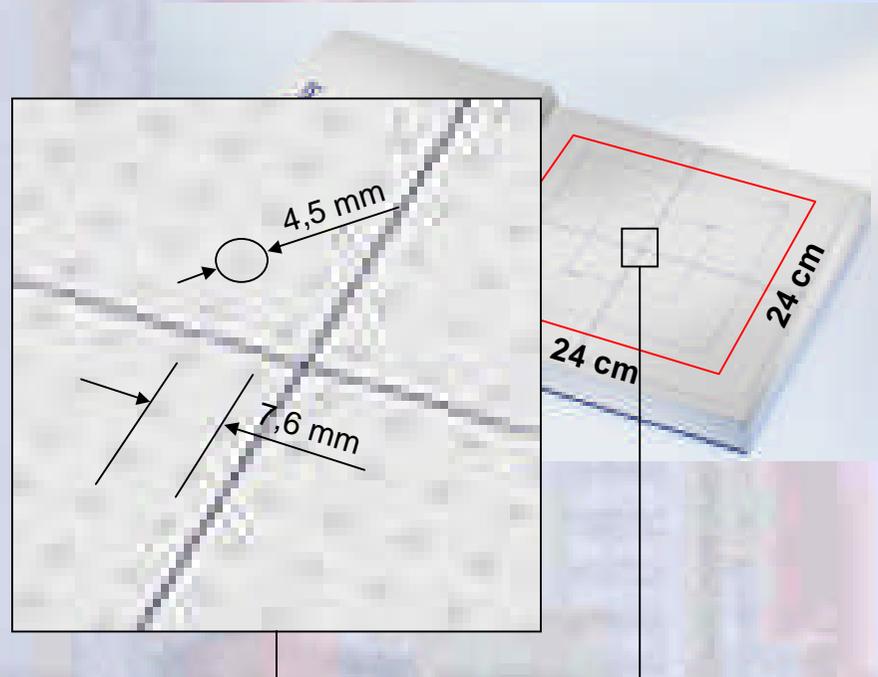
Übliche Gammakriterien sind: **Delta Dose = 3%** und **Delta Diastance = 3 mm**

Neben der Wahl der Gamma-Kriterien hat die Räumliche Auflösung der zu vergleichenden Dosismatrizen einen entscheidenden Einfluss auf den Gamma Index.

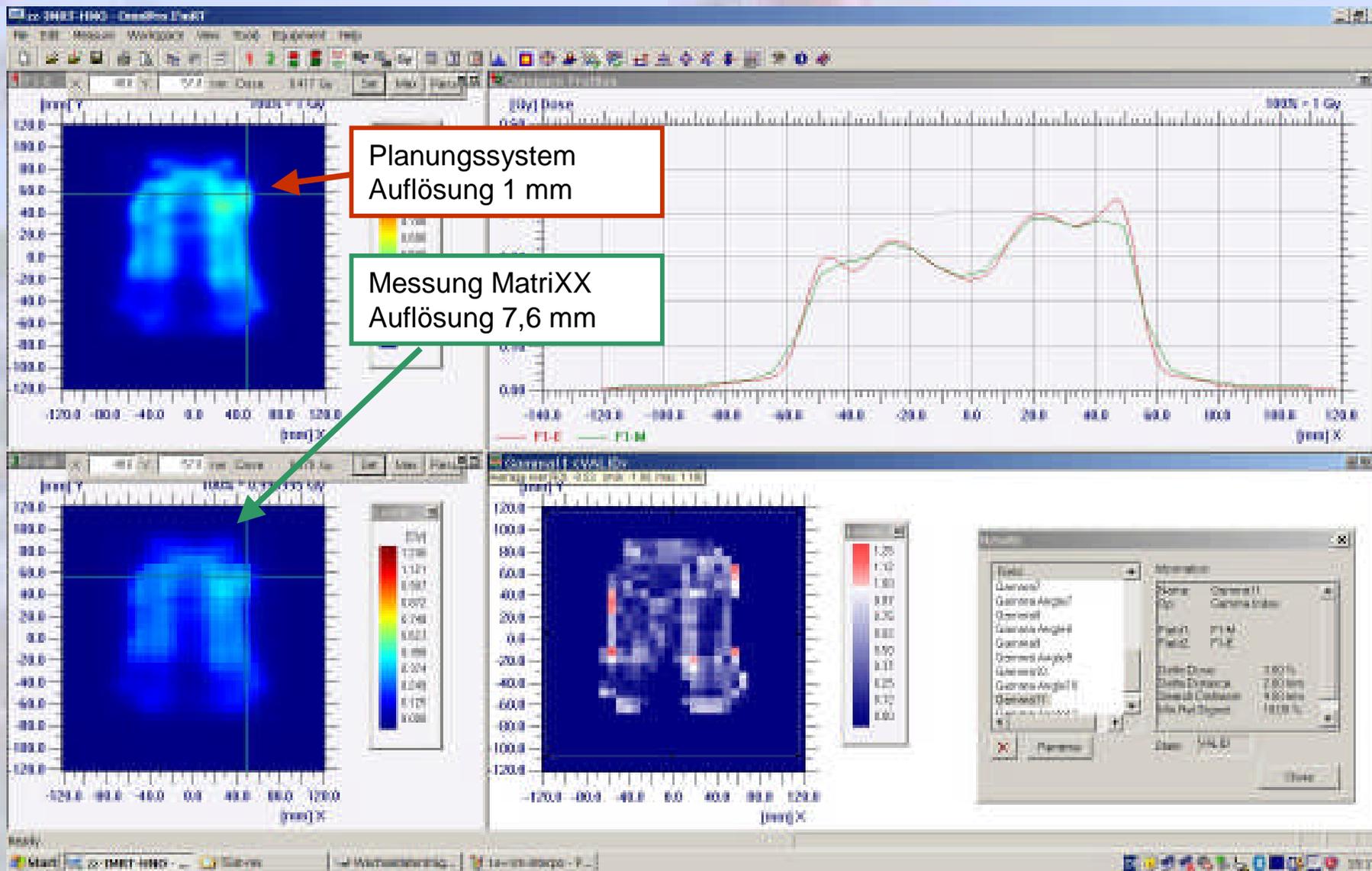


Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix

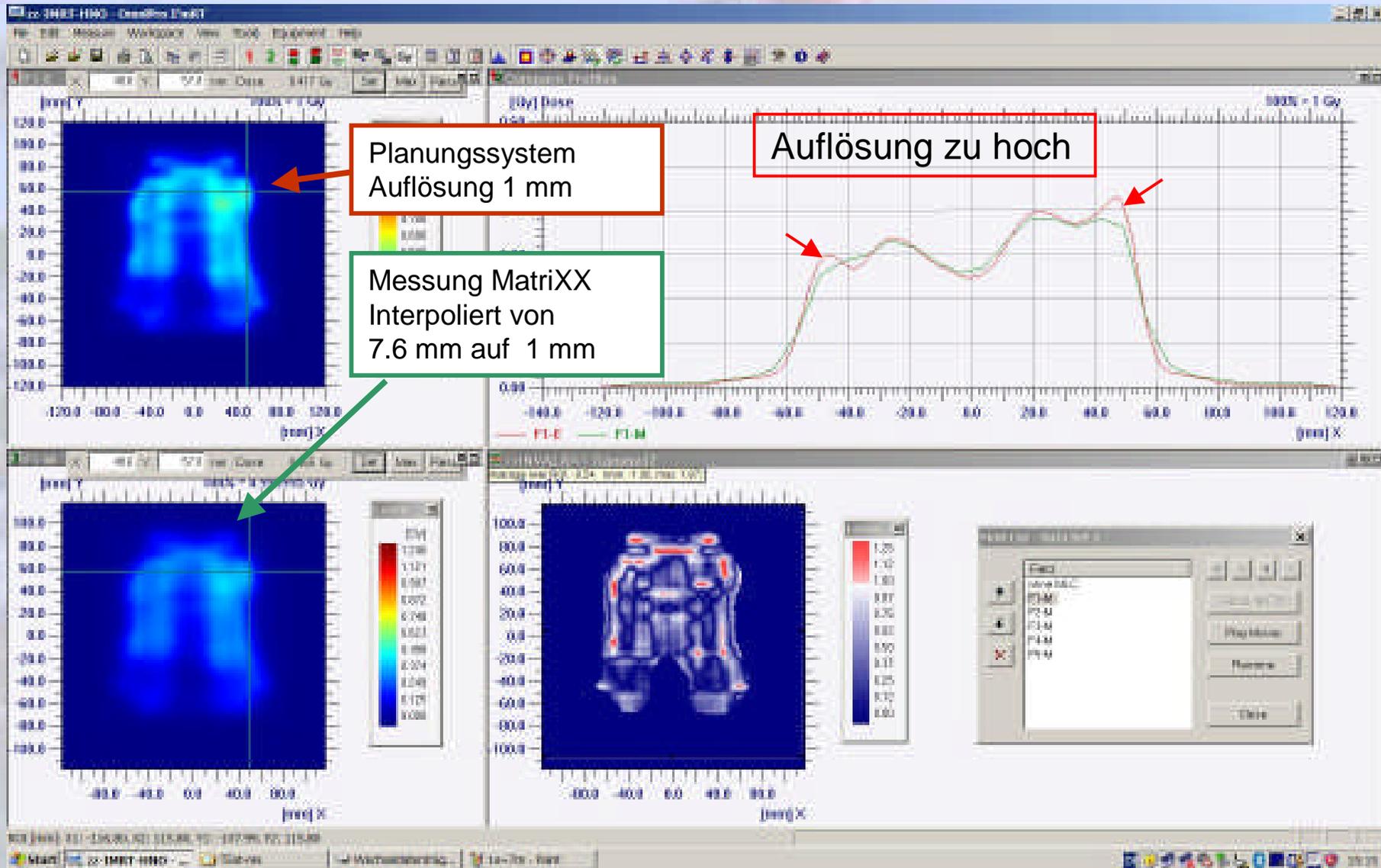
- Die Auflösung der Gemessenen Dosismatrix ist durch die MatriXX vorgegeben:
 - Pixelgröße: $7,6 \times 7,6 \text{ mm}^2$
 - Durchmesser einer einzelnen Ionisationskammer: $4,5 \text{ mm}$
 - 1020 Kammern auf $24 \times 24 \text{ cm}$
- Die Auflösung der importierten Dosismatrix ist i.d.R. frei wählbar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



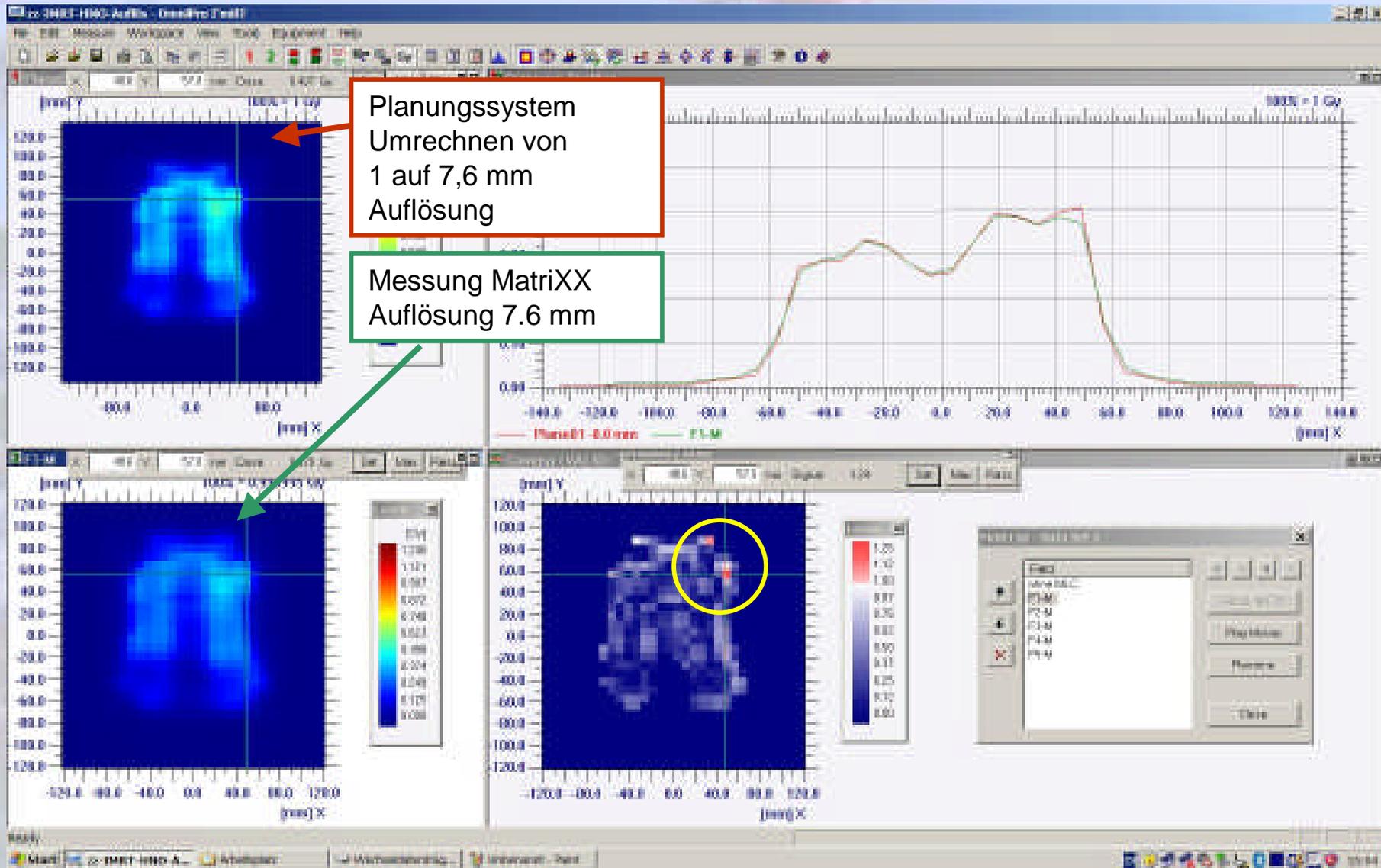
Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



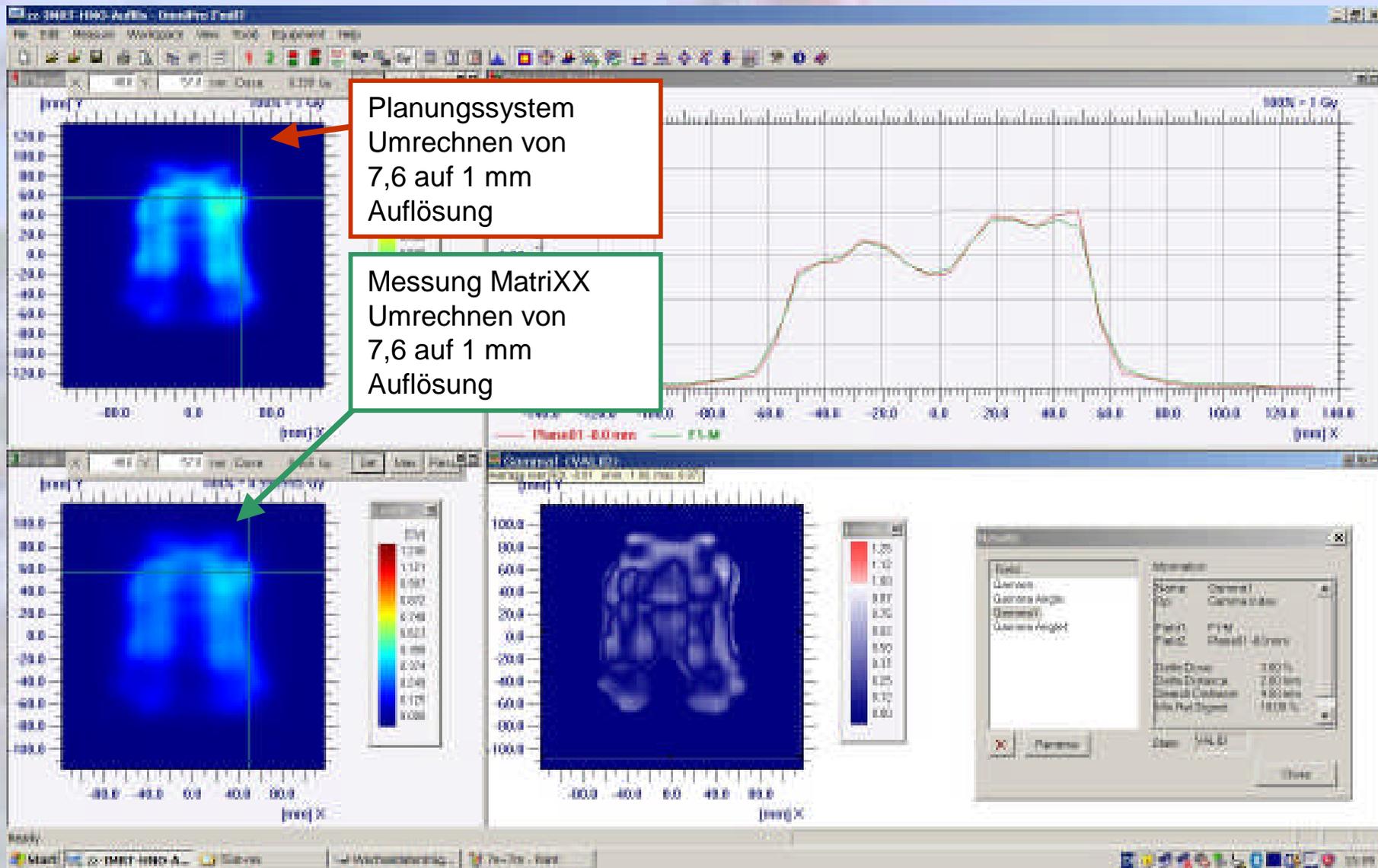
Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



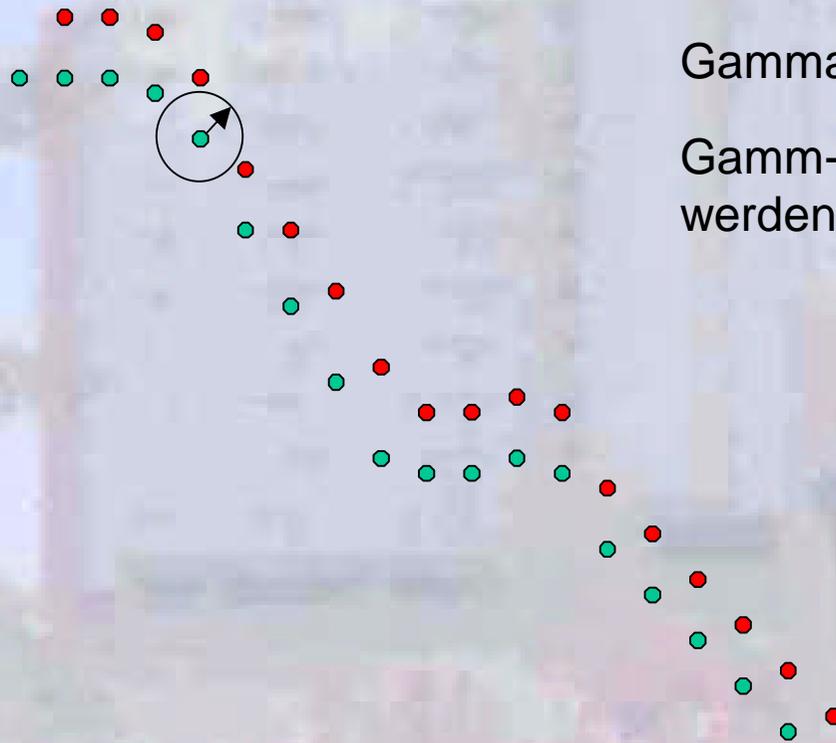
Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



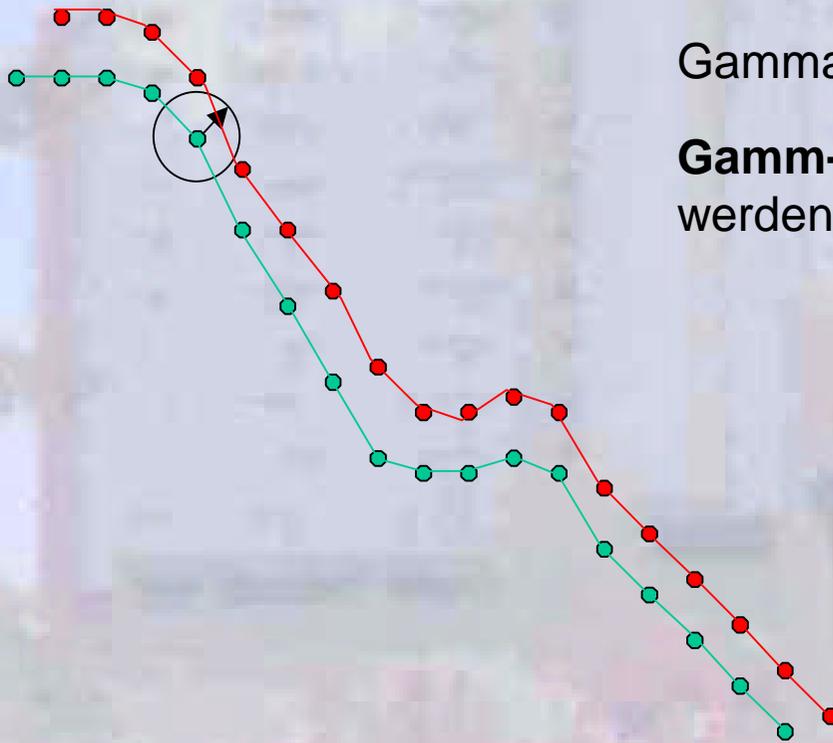
Auflösung der Dosismatrix von 7,6 mm

Gammakriterien von 3% und 2 mm

Gamm-Index > 1 da die Kriterien nicht erfüllt werden



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix



Auflösung der Dosismatrix von 7,6 mm

Gammakriterien von 3% und 2 mm

Gamm-Index < 1 da die Kriterien erfüllt werden



Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix

Schlussfolgerung:

1. Die aus dem Planungssystem exportierte Dosismatrix muss die gleiche räumliche Auflösung wie die des Messsystems haben. Jedem Messwert darf auch nur ein Vergleichswert gegenüberstehen.
2. Die räumliche Auflösung der Dosismatrix muß größer sein als die Gammakriterien.
z.B. bei Δ Dose = 3% und Δ Distance = 3 mm sollte die räumliche Auflösung der Dosismatrix 1 mm betragen



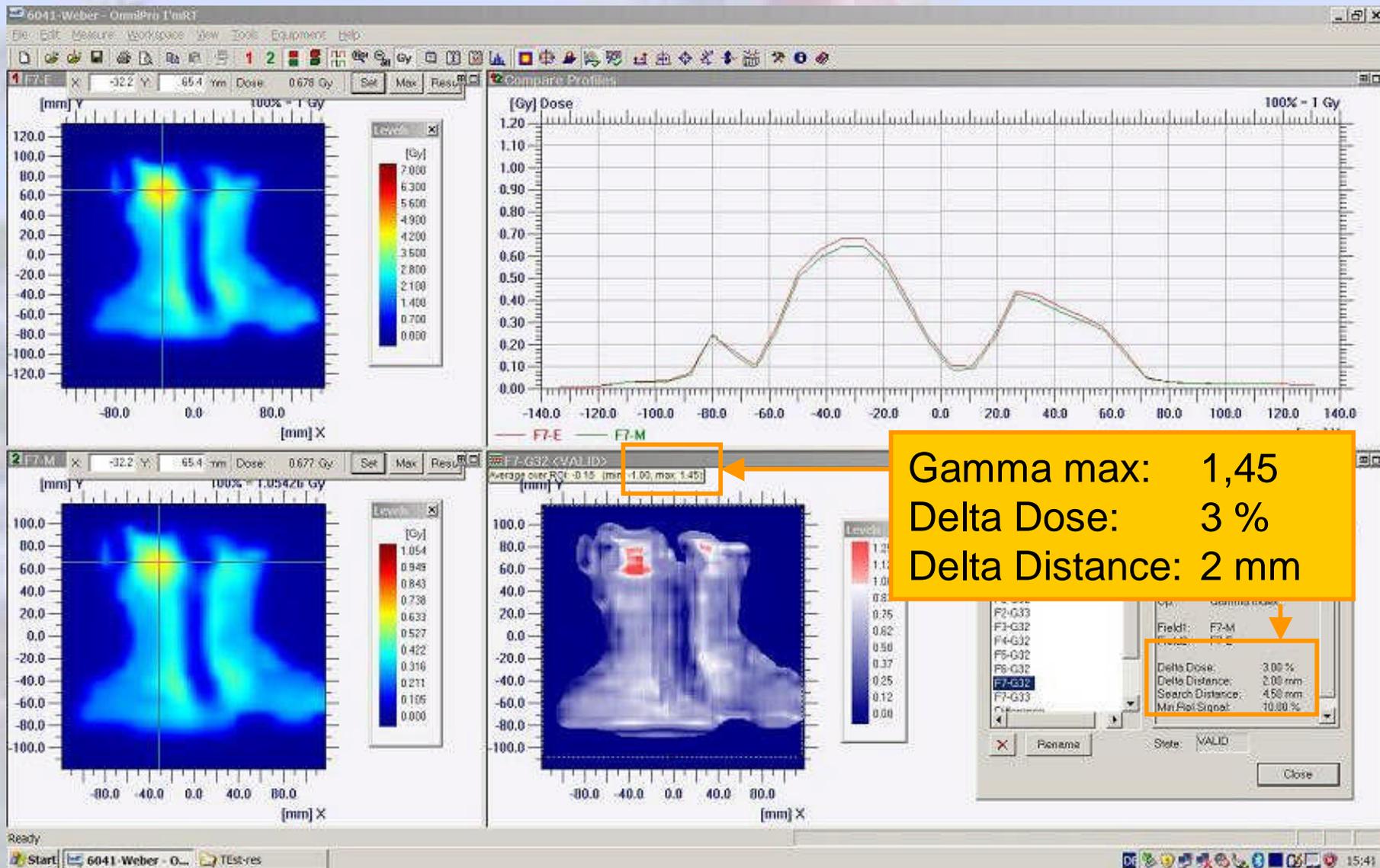
Die Wahl der Richtigen Auflösung der Dosismatrix

Praktisches Vorgehen:

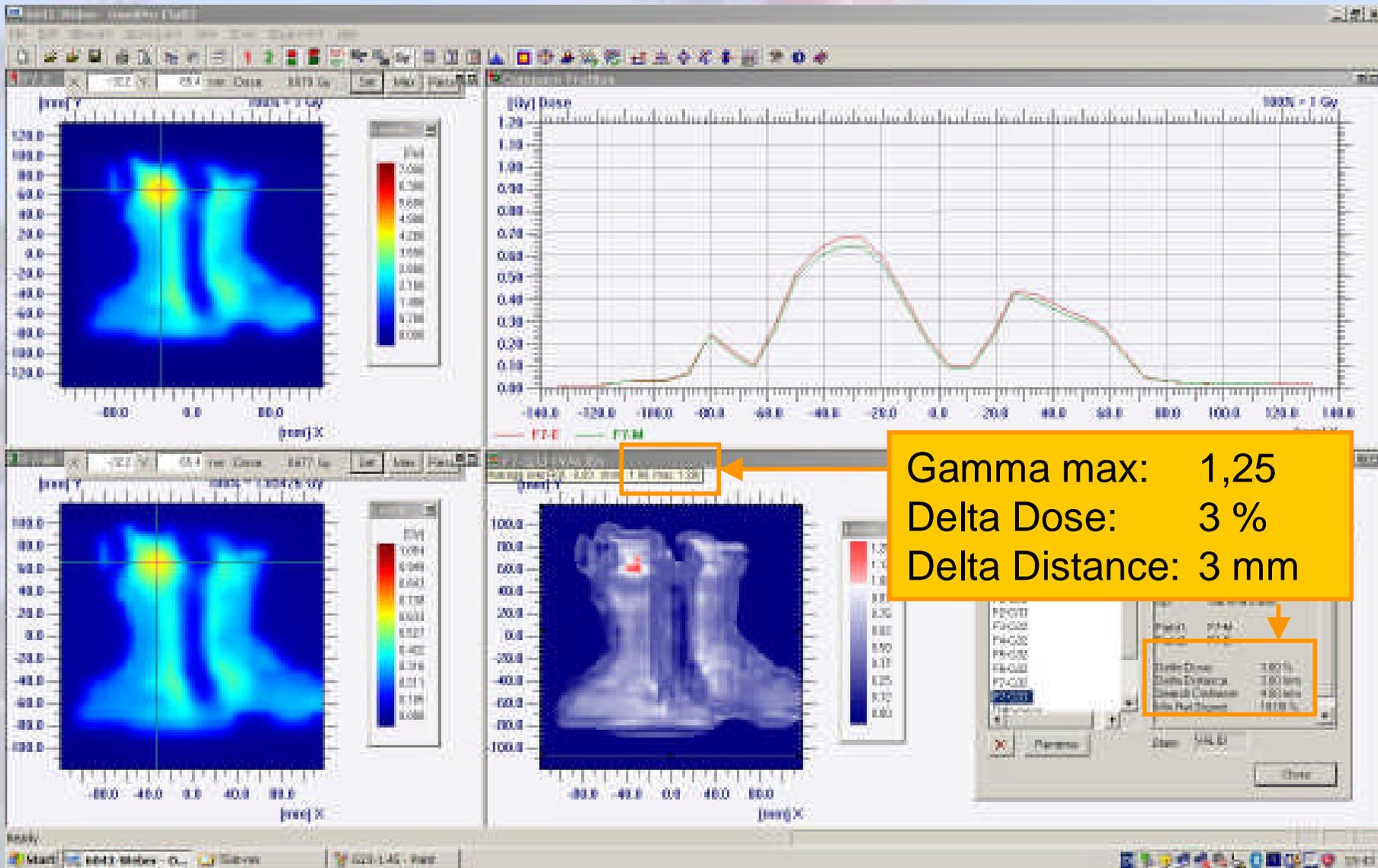
1. Die Auflösung der aus dem Planungssystem exportierten Dosismatrix muss exakt die gleiche sein wie die der Detektormatrix. (z.B. 7.6 mm Raster)
2. Die gemessene wie auch die importierte Dosismatrix aus dem Planungssystem werden durch **lineare Interpolation** in eine hochaufgelöste Matrix übertragen. (z.B. 1 mm Raster, bei Gammakriterien 3% und 2 mm)



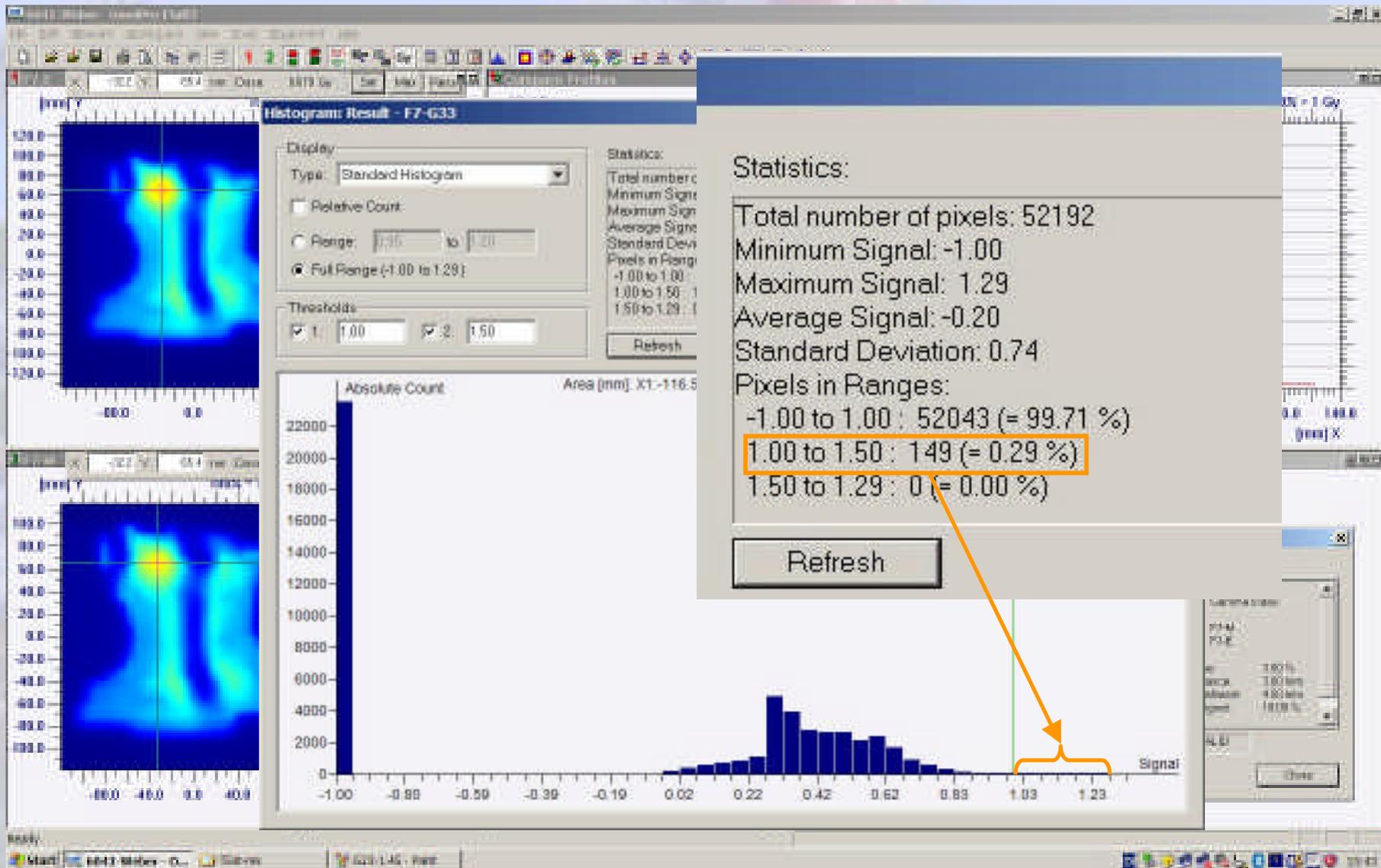
Wenn der Gamma-Index > 1 ist



Wenn der Gamma-Index > 1 ist

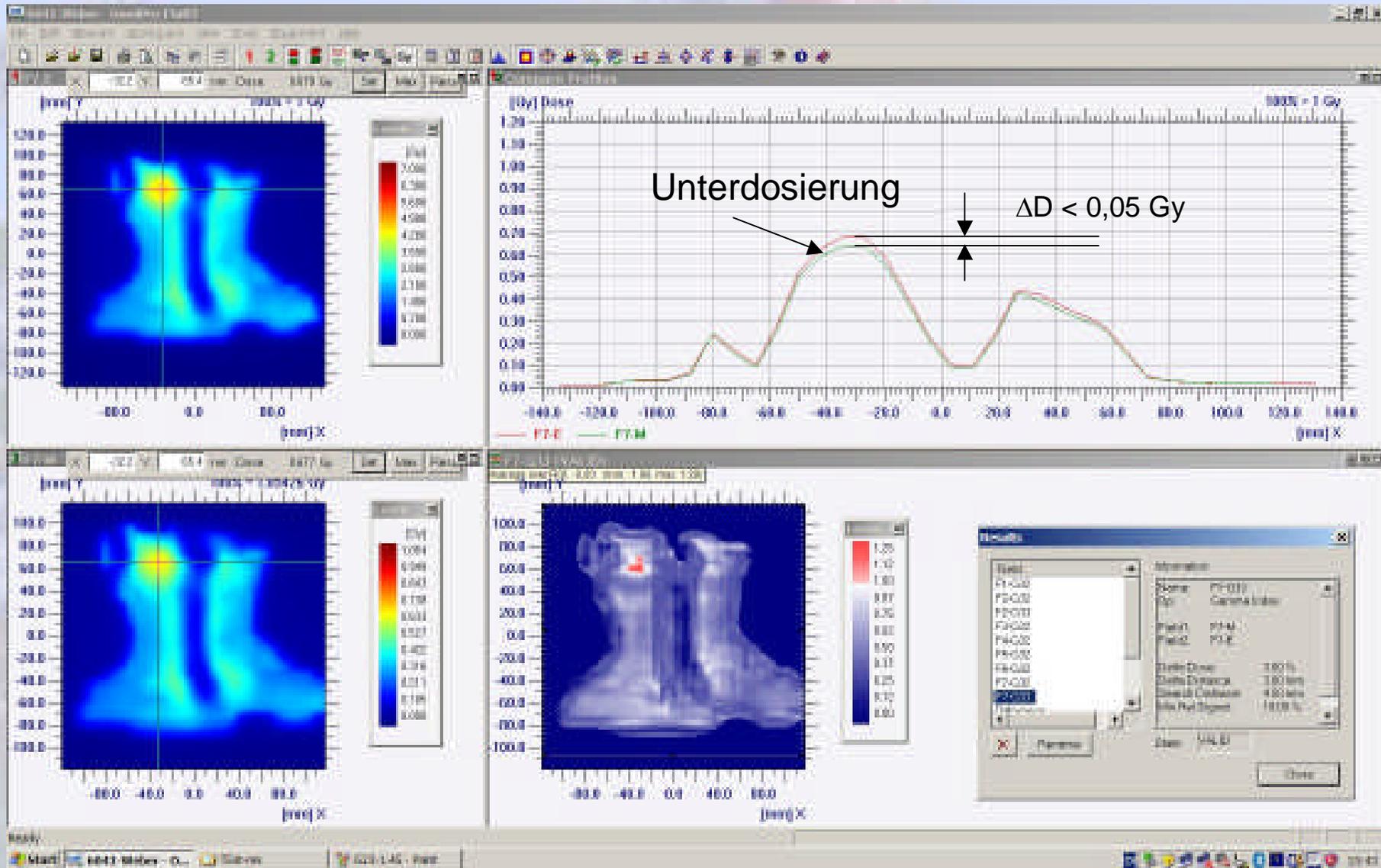


Wenn der Gamma-Index > 1 ist



Städtische Kliniken Bielefeld
Klinik für Strahlentherapie

Wenn der Gamma-Index > 1 ist

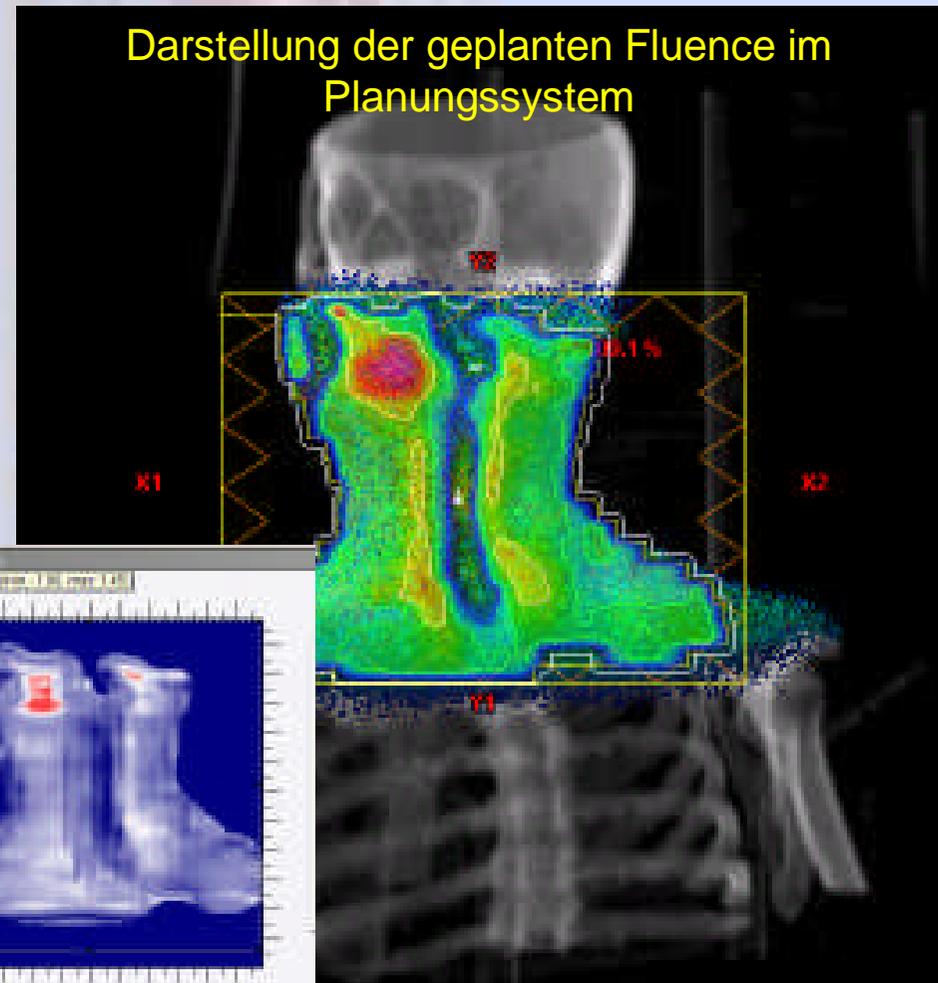
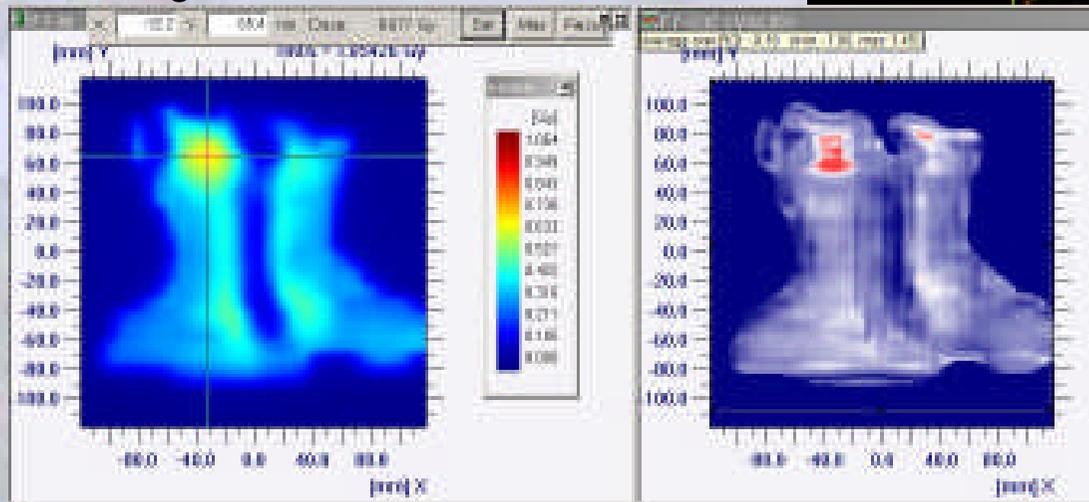


Wenn der Gamma-Index > 1 ist

Räumliche Zuordnung der Dosisabweichung

Dosisabweichung betrifft hier keine Risikostruktur wie z.B. Sehnerv Rückenmark oder Auge.

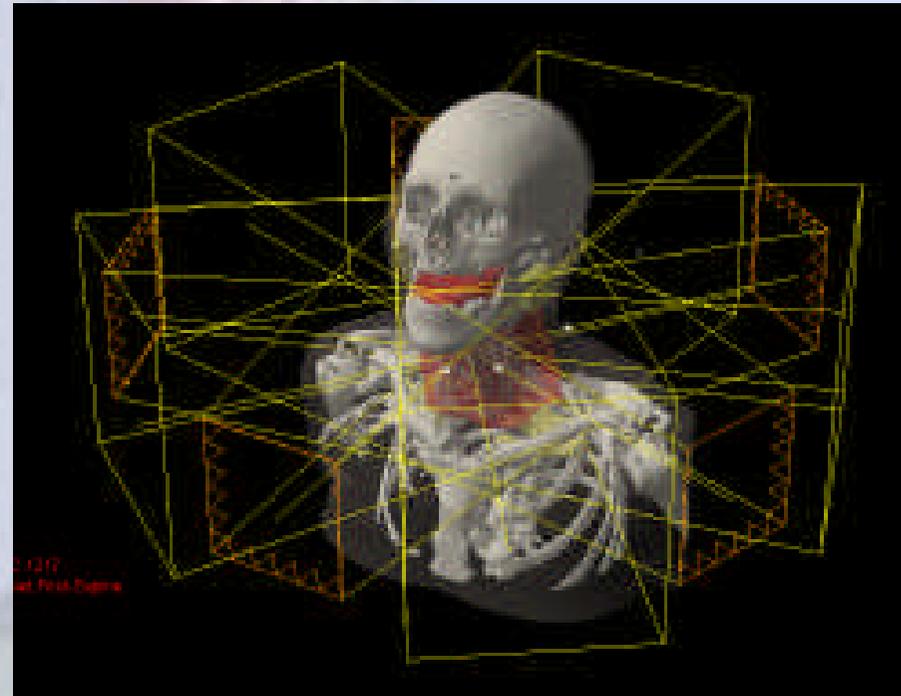
Messergebnis mit der MatriXX



Wenn der Gamma-Index > 1 ist

Die Dosisabweichung in einem Feld muss im Kontext des gesamten Planes beurteilt werden werden

Im konkreten Fall gab es nur in einem von fünf Felder eine Dosisabweichung.



Dokumentation des Messergebnisses mit dem Gamma-Index

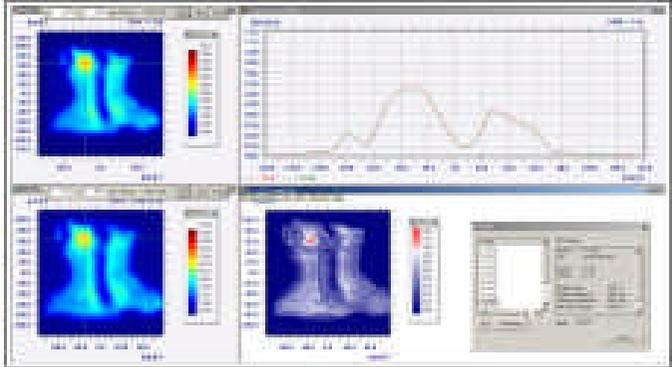
Die Verifikation jedes Feldes wird separat dokumentiert

Das Formblatt wird mit Kommentaren versehen, abgezeichnet und in die Patientenakte einsortiert

Klinik für Strahlentherapie Bielefeld-Mitte - Medizinische Physik
Dosisverifikation mit dem Flächendetektor "MedROC"

Patient:	
Name, Vorname:	
Geburtsdag:	
Clonus:	
Plan:	
Feld:	

+



Bezeichnungen:

--	--	--

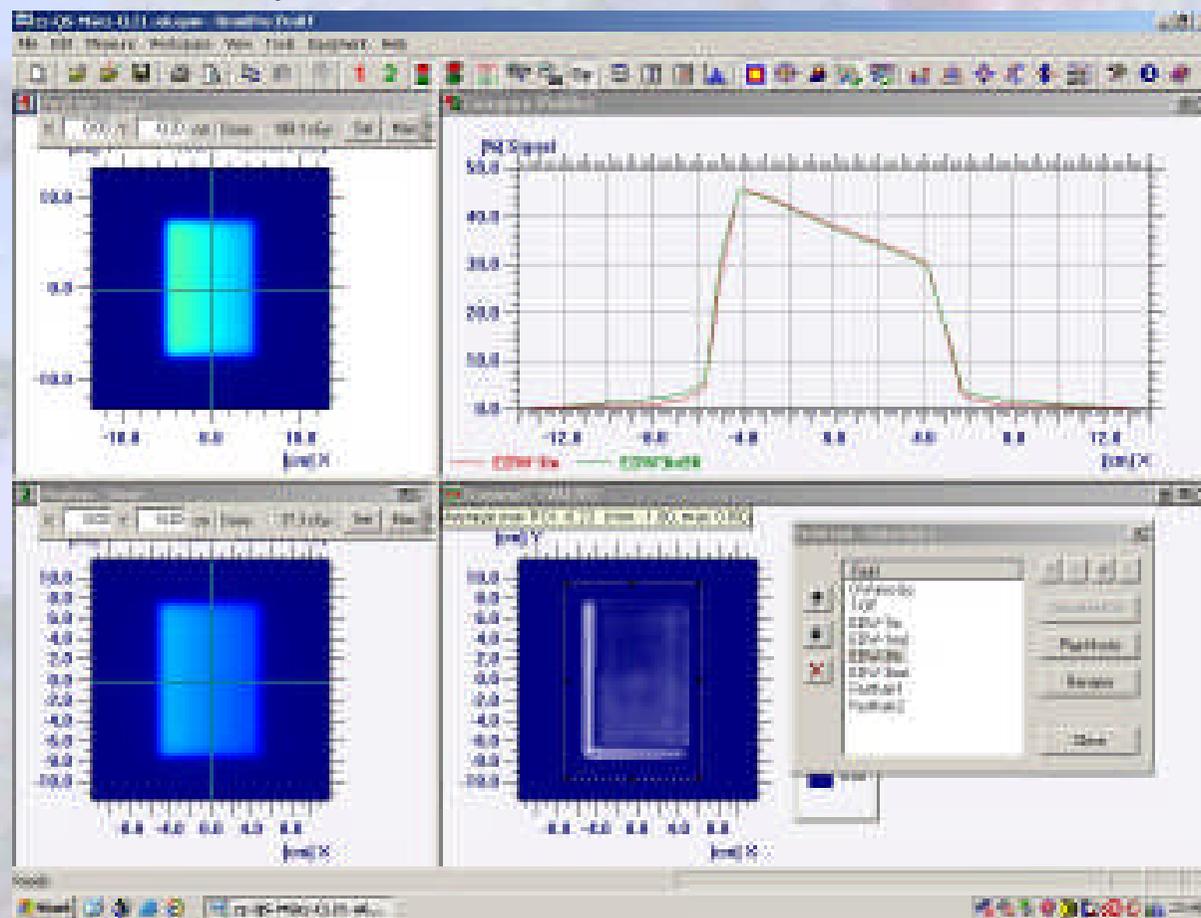
Datenname Dokument 03.03.2000	Durchführung:	Medizinphysiker:
-------------------------------------	---------------	------------------



Weitere Verwendung der MatriXX

Einsatz in der Standard QS

1. QS am Dynamischen Keil

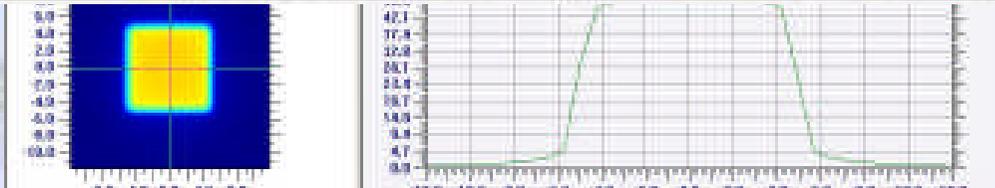


Weitere Verwendung der MatriXX

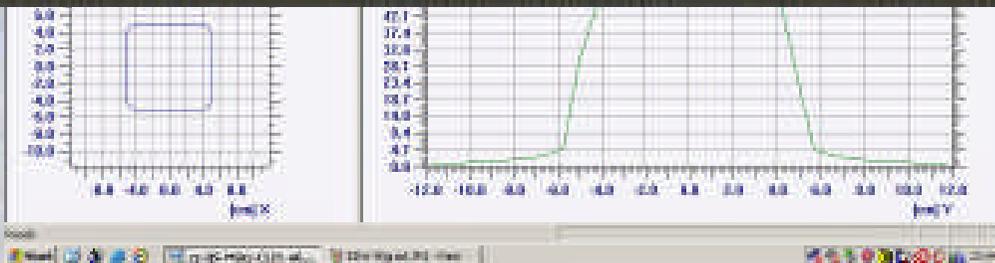
Einsatz in der Standard QS

2. **Feldausgleich** und **Symmetrie** beim Offenen Feld
3. Einfluss der **Gravitation** auf die Hauptblenden und der Symmetrie
4. Symmetrie und Feldausgleich bei **Elektronenfeldern**

Flatness: 104.05 % Symmetry: 100.31 %
Field Width: 10.13 cm Penumbra: 1.01; 1.06 cm

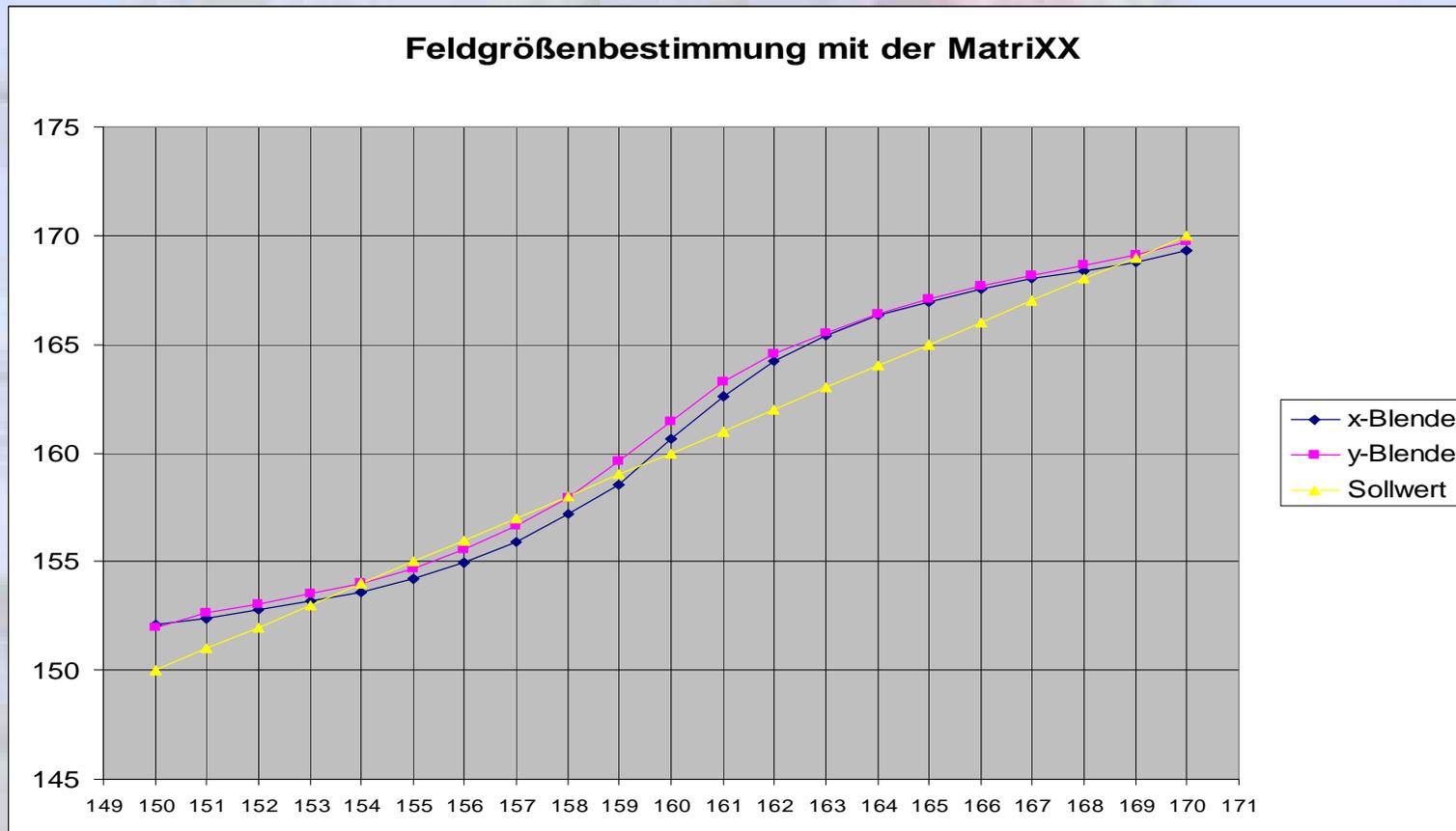


Flatness: 104.81 % Symmetry: 101.51 %
Field Width: 10.15 cm Penumbra: 0.98; 1.06 cm



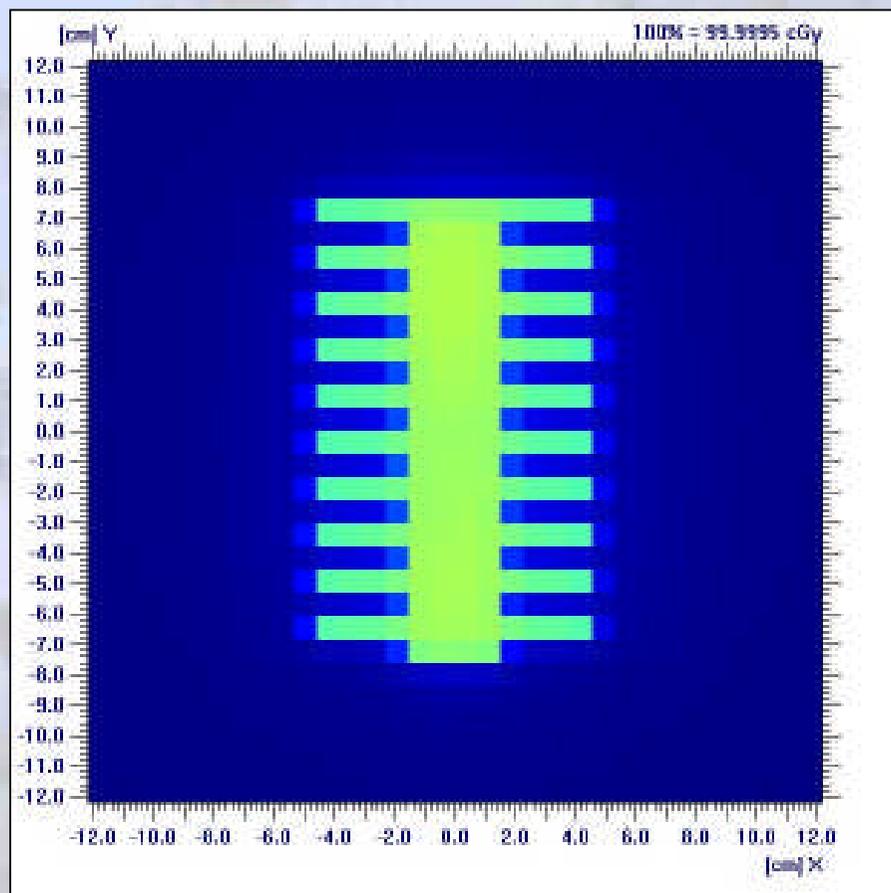
Weitere Untersuchungen mit der MatriXX

Feldgrößenbestimmung



Weitere Untersuchungen mit der MatriXX

Überprüfung der Leafpositionierung



Weitere Untersuchungen mit der MatriXX

1. Überprüfung der Streustrahlung am Feldrand
2. Standard IMRT Plan zur Gerätebezogenen QS
3. Ersatz des Gartenzauntestes
4. Vier Quadrantentest



Schlussbemerkung

Die MatriXX und die OmniPro-ImRT haben sich hervorragend bewährt für die Planspezifische Verifikation von IMRT-Plänen.

- Sehr gute Reproduzierbarkeit und hohe Genauigkeit in der Absolut-Dosimetrie
- Viele Möglichkeiten zur Analyse
- Einsatz auch im Ausbau der IMRT
Spezifischen **Maschinenbezogene** QS
- Einsatzmöglichkeiten für die Standard
QS Symmetrie Feldausgleich,
Dynamische Keile

