

IMRT-Qualitätssicherung mit einem Portal-Imaging-System

Dipl.-Phys. Christian Albrecht
Heidenheim

Grundlagen der PI-Dosimetrie

- Die meisten Portal-Imaging-Systeme messen eine Dosisverteilung in Fluoreszenz-Materialien
→ physikalisches Messverfahren!
- Umwandlung der hochenergetischen Photonen in sichtbares Licht
- Messung des Lichts mit geeigneten Detektoren (Videokamera , Silizium-Photodioden)

Anforderungen an Portal-Imaging-Systeme

- Hohe Bildqualität bei minimaler Dosis pro Bild
→ hohe Quantität *gut für Dosimetrie*
- Hohe Kontrastauflösung bei megavolt-Strahlung
→ gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis *gut für Dosimetrie*
- Artefaktfreie Bilder (Primärstrahlung)
→ Homogenität der einfallenden Strahlung *schlecht für Dosimetrie ?!*

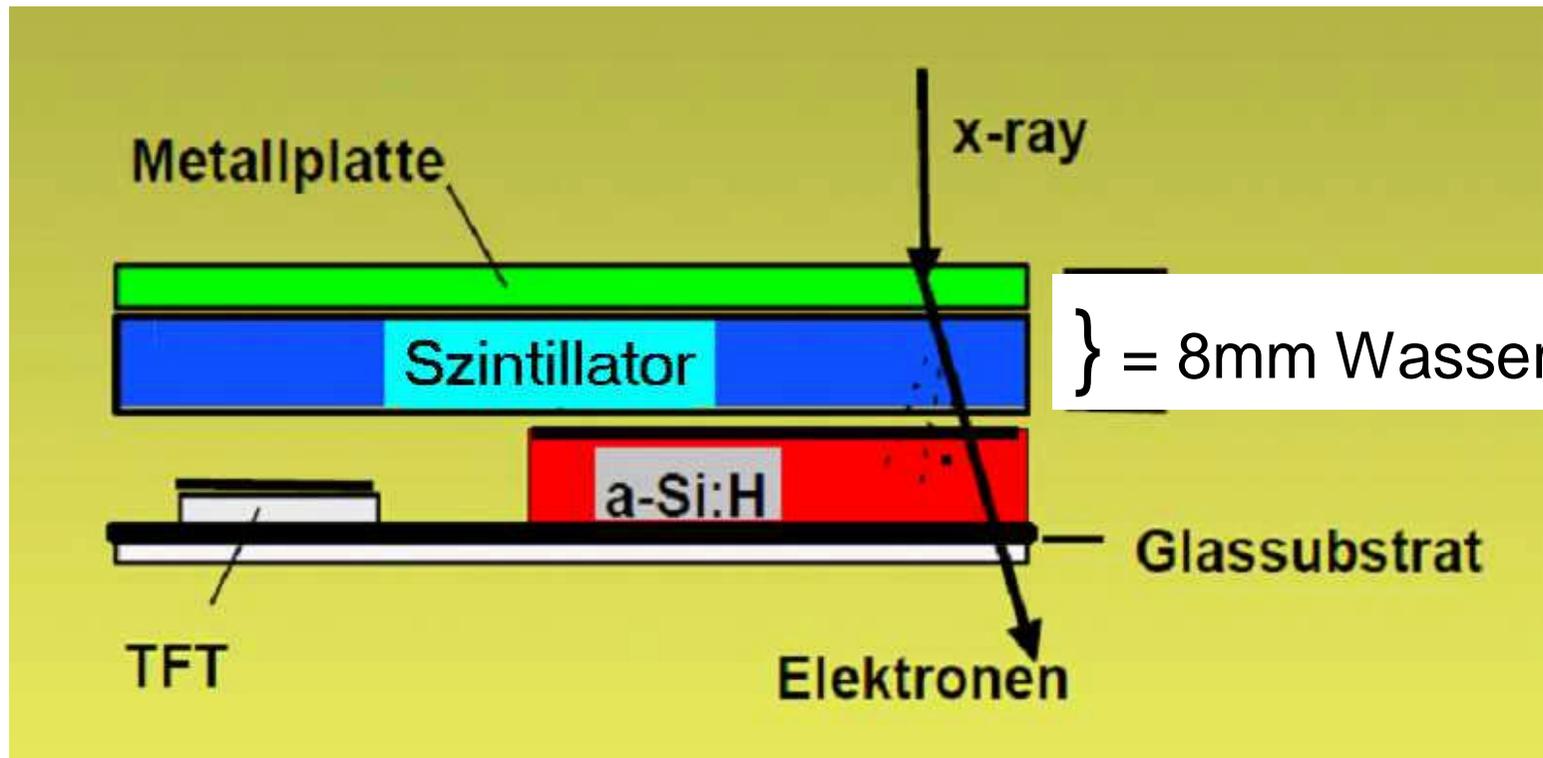
Grundlagen der PI-Dosimetrie

Amorphes Silizium als Detektor

- Höchste Empfindlichkeit für Photonen im sichtbaren Spektrum
 - Energiekonversion erhöht die Signalausbeute
 - Szintillatormaterial $\text{Gd}_2\text{O}_2\text{S:Tb}$ vor den Photodioden als Energie-Konverter

Grundlagen der PI-Dosimetrie

Detektoraufbau



Grafik aus: *Portal Imaging: Technologie und ihre Anwendung in der Qualitätssicherung*
Daniel Vetterli, Klinik für Radio-Onkologie, Inselspital - Universität Bern

Eignung Varian aS500 (-II)

- Auflösung 512 x 384 pixel (0,78 mm²/px)
- Linearität
 - < 1% Abweichung von Abstands-Quadrat- Gesetz bei Variation des Detektorabstandes
 - Ansprechvermögen abhängig von Strahlenergie → energieabhängige Kalibrierung nötig
 - durch geänderte Auslese-Elektronik minimierte Totzeiten (aS500-II)
- aktive Detektorfläche 40 x 30 cm (b x l)

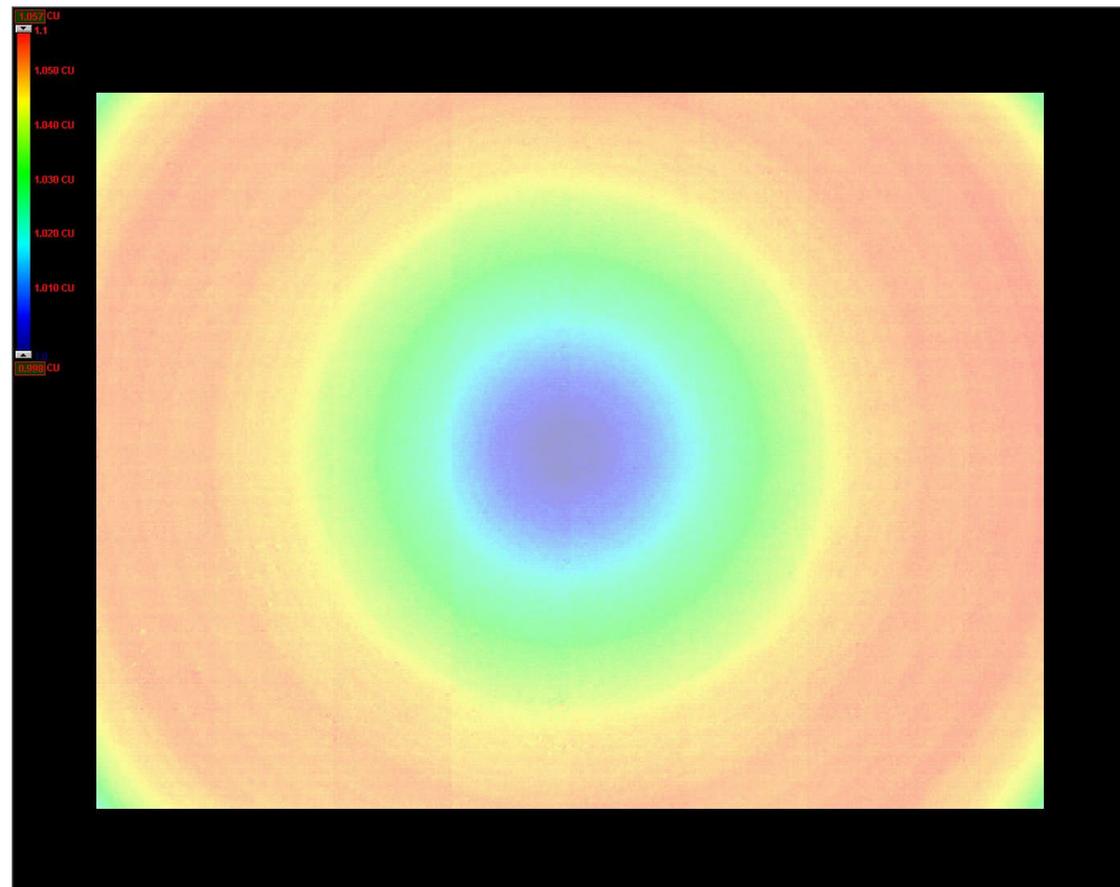
Dosiskalibrierung Varian as500

- ‘normale’ Bildkalibrierung
 - ‘Dark-Field’
Korrektur der Detektor-Inhomogenität (z.B. Pixelfehler)
 - ‘Flood-Field’
Korrektur des unterschiedlichen Ansprechvermögens
und der Primärfluenz
- ‘Re-Kalibrierung’ auf reale Primärfluenz
 - Dosisprofil in geringer Tiefe (D_{\max} ?) (Wasserphantom)
- ‘Absolut-Dosis’-Kalibrierung mit 10x10 cm²-Feld
und 100 ME

Varian aS500

Homogenität des Ansprechvermögens

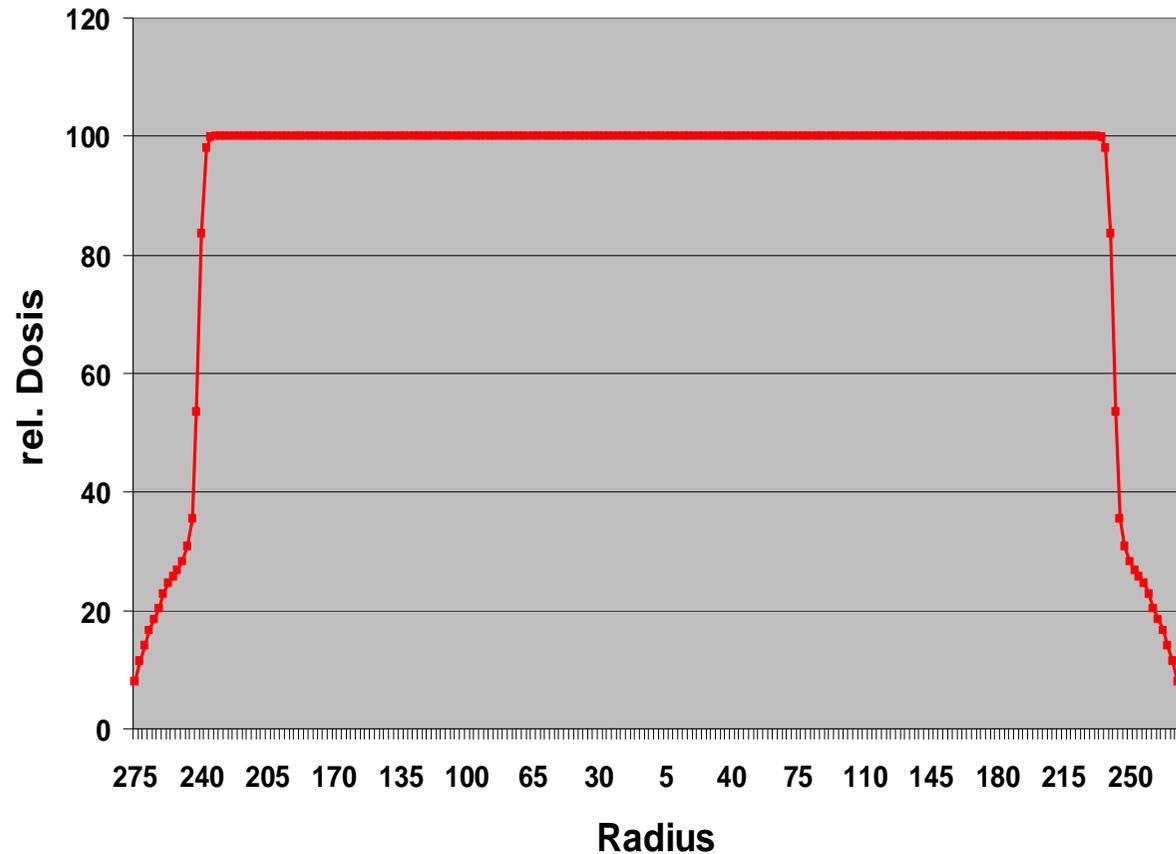
Dosis-Kalibrierung
mit gemessenem
Diagonalprofil



Varian aS500

Homogenität des Ansprechvermögens

Dosis-Kalibrierung
mit homogenem
Diagonalprofil

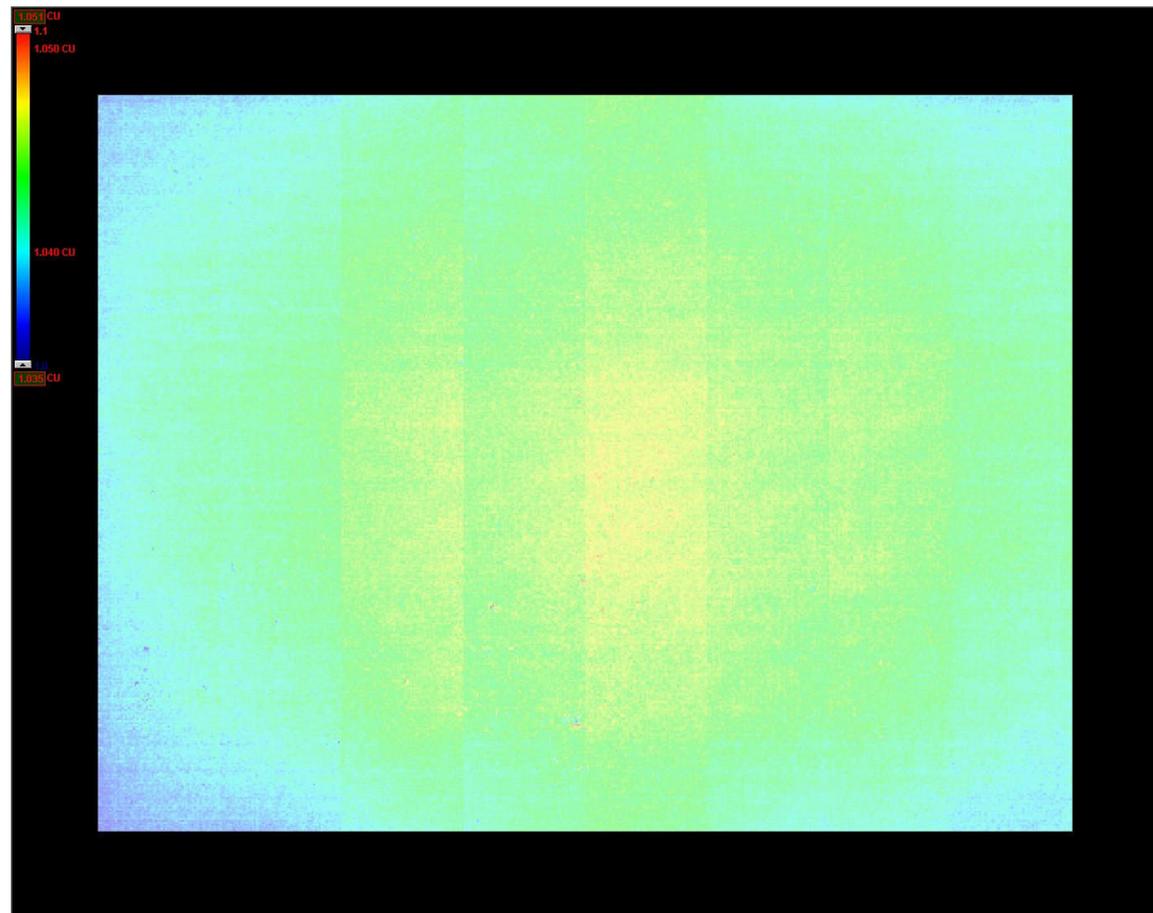


Varian aS500

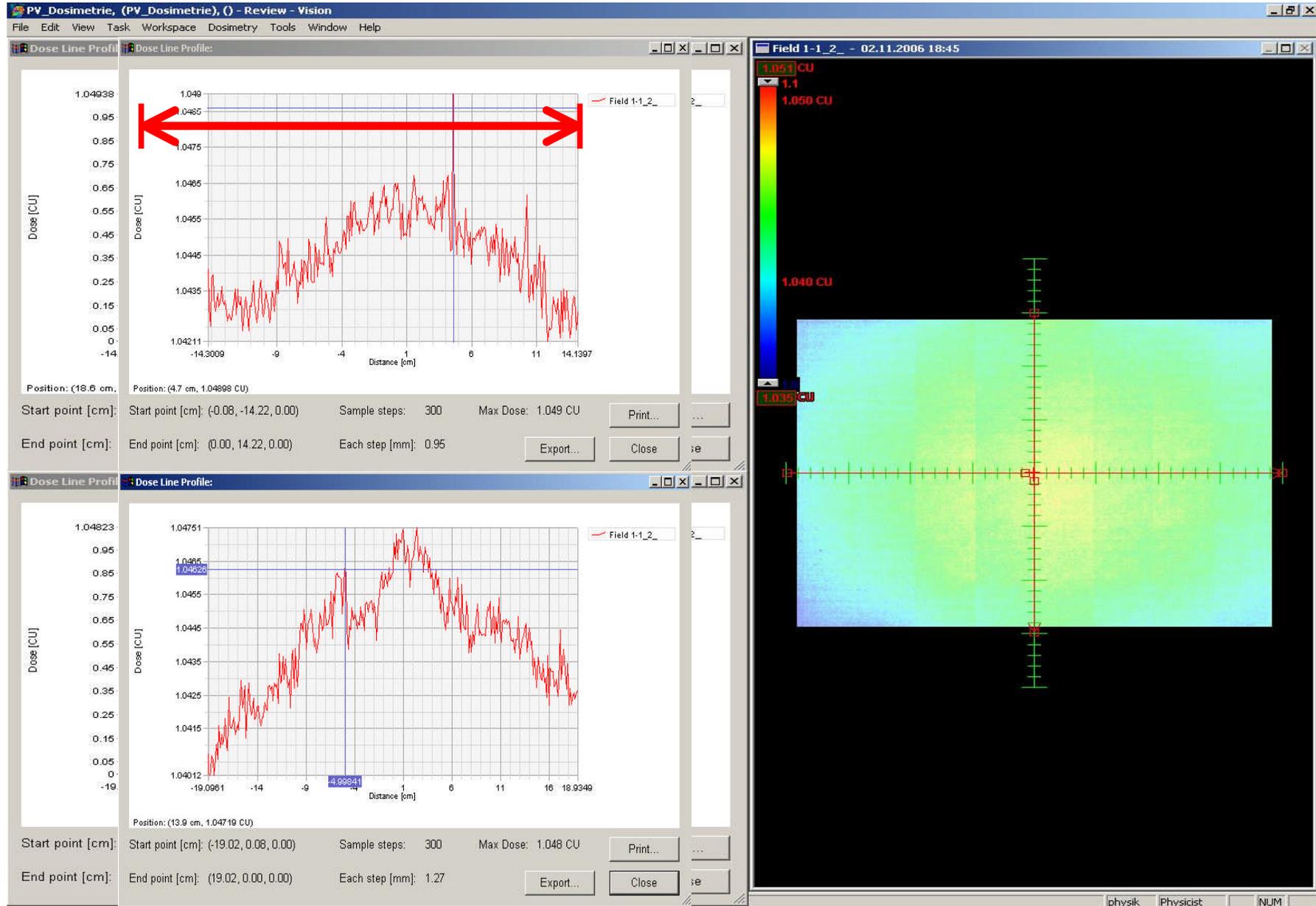
Homogenität des Ansprechvermögens

Dosis-Kalibrierung
mit homogenem
Diagonalprofil

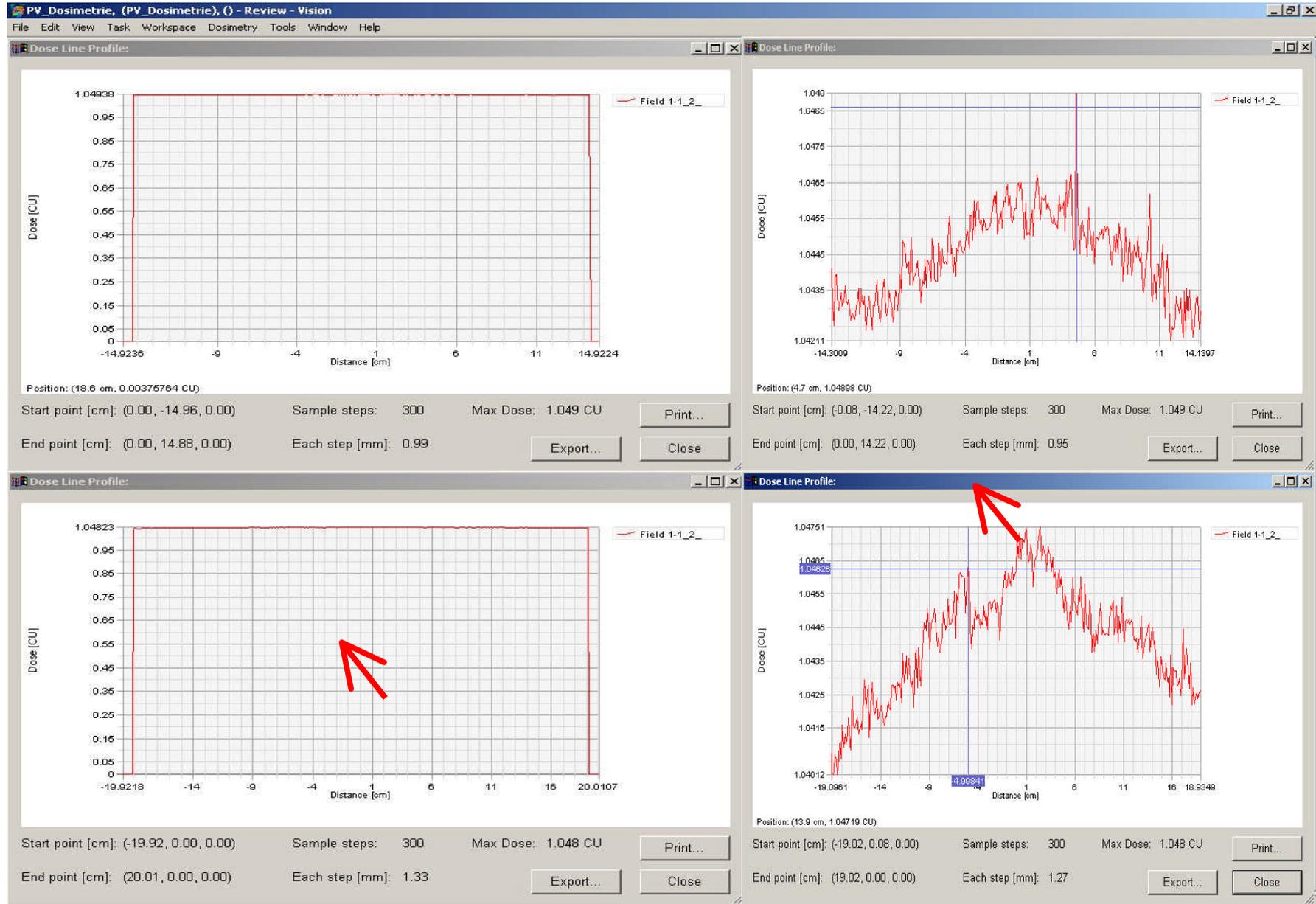
Feldgröße
40 x 30 cm²



Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie

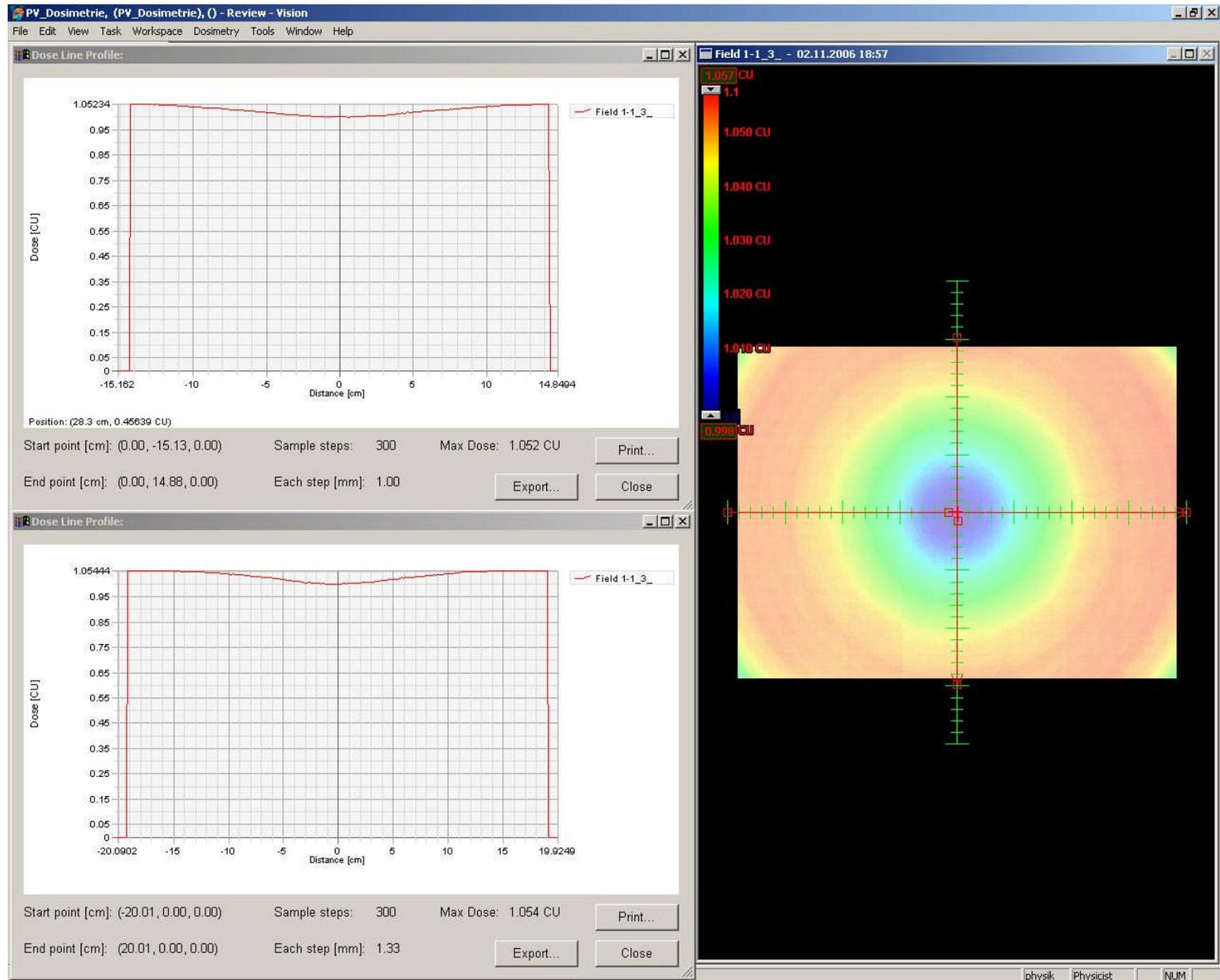


Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie

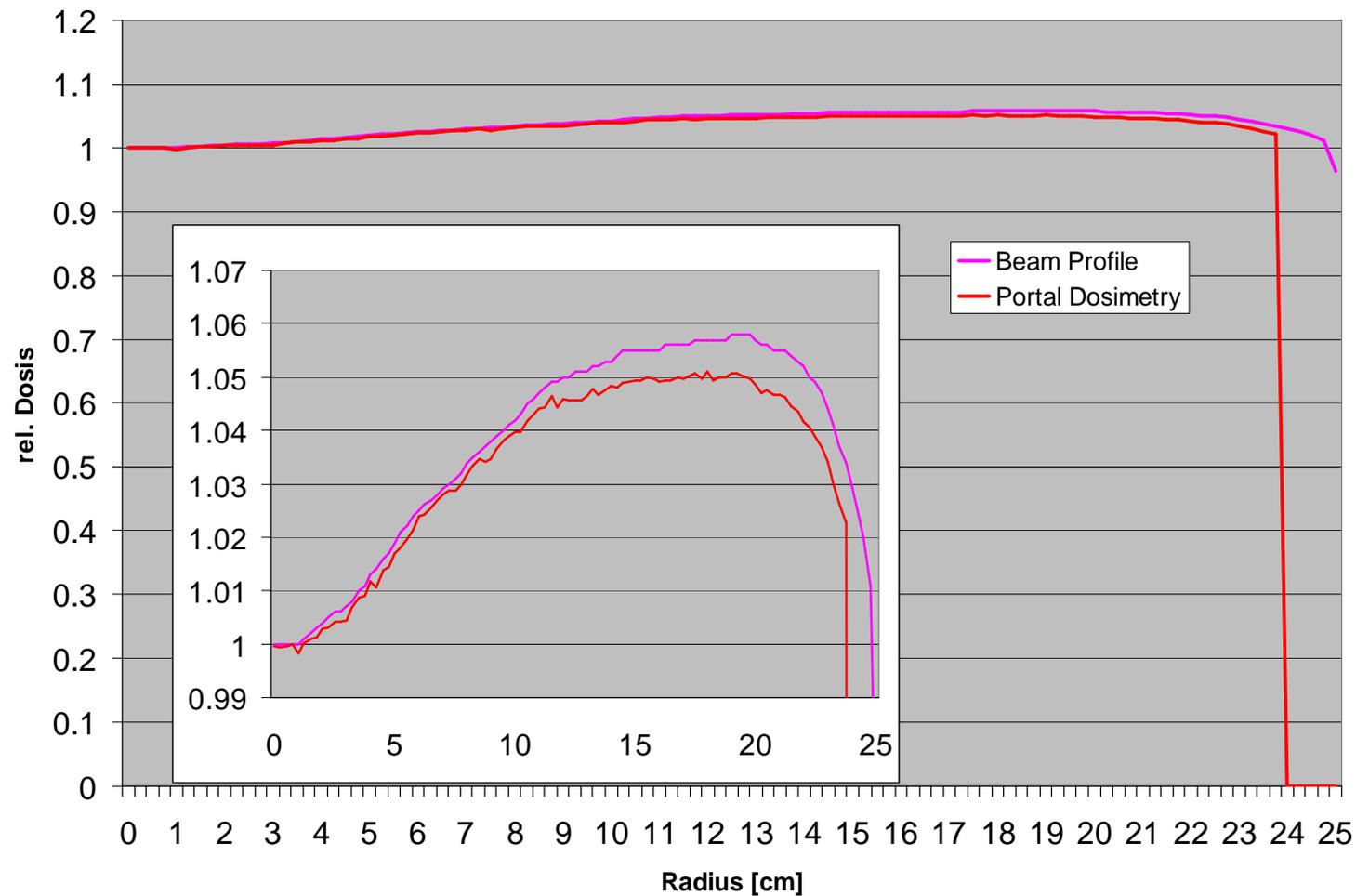


Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie

Dosis-Kalibrierung mit realem Diagonalprofil



Dosiskalibrierung



„Absolut“-Dosis-Kalibrierung

10 x 10 cm² Feld mit 100 ME als Referenz

Varian Kalibriervorschrift:

100 ME in 8 mm Tiefe (wasseräq.) im Isozentrum = 1 CU
(CU = **C**alibration **U**nit)

CU sind **N I E** Gray !!

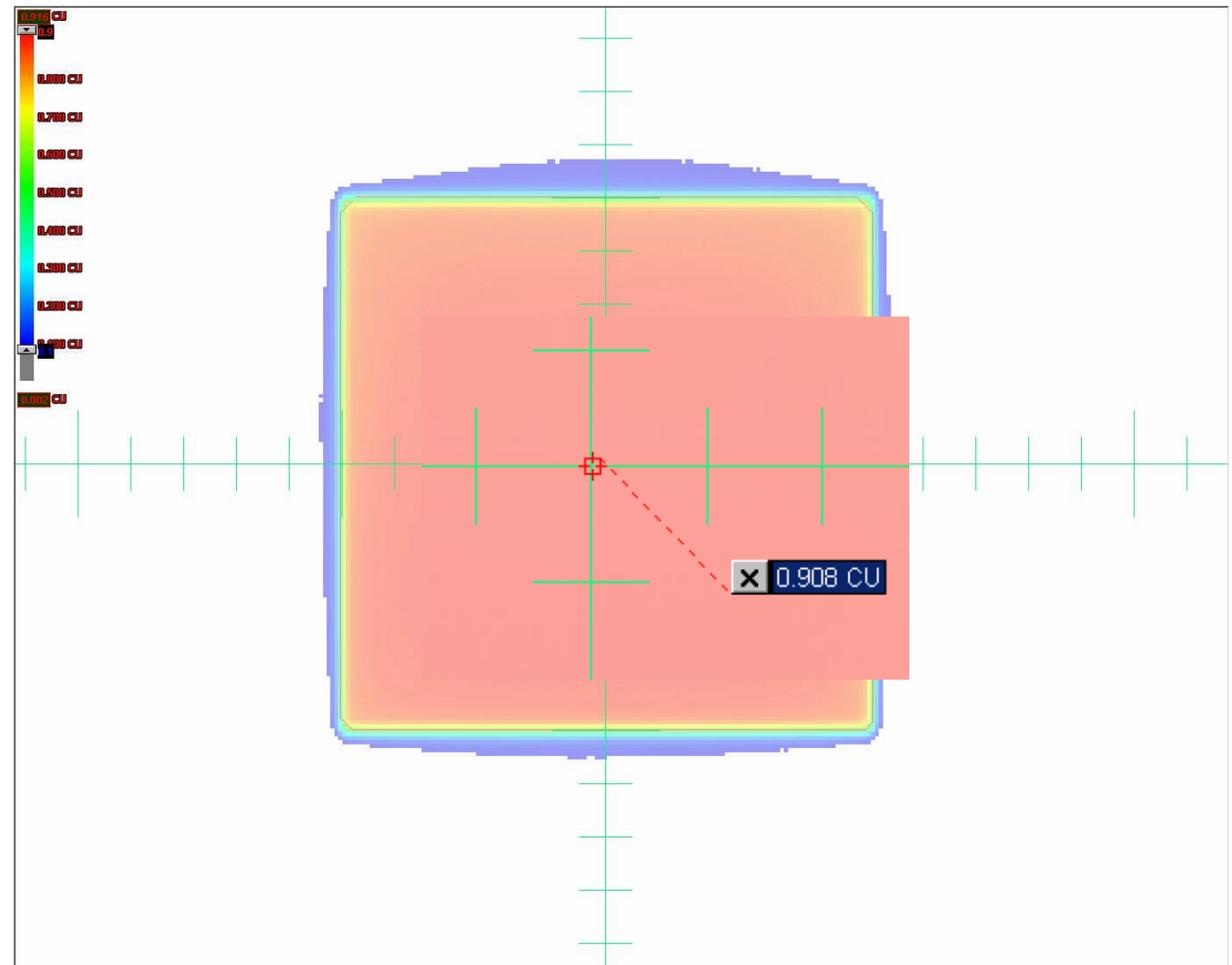
Kalibrierung in 105 cm Abstand $\rightarrow 100 / 105^2 = 0.907$ CU/100ME

Ohne „Absolut“-Kalibrierung Angaben in %

„Absolut“-Kalibrierung

100 ME = 0.907 CU

in Kalibrierposition
(FID 105 cm)



IMRT - Fluenzverifikation

- Bestrahlung der geplanten IMRT-Felder ohne Patient
Auch in originaler Gantryposition möglich!
(Schwerkraft – Effekte ?)
- Vergleich mit Referenz
 - DV aus Planungssystem (ASCII bzw. Dicom-Import)
 - Portal - Dose - Prediction (Eclipse – Planungssystem)

IMRT – Fluenzverifikation im Varian-Vision-System

Portal - Dose - Image - Prediction PDIP

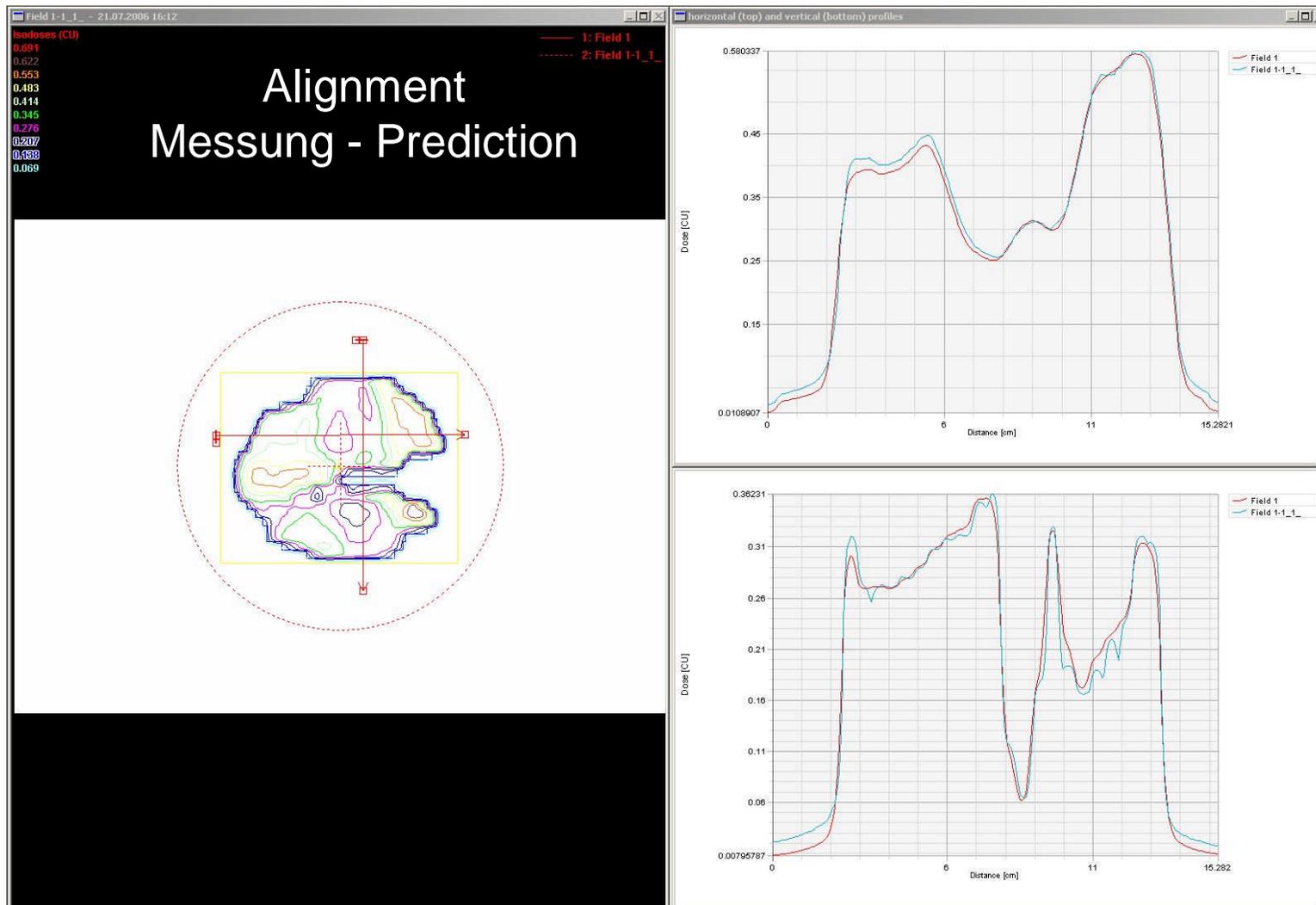
- Eigener Rechen-Algorithmus im Eclipse-Planungssystem
- Vorausberechnete ‚Dosis-Bilder‘ für beliebige Fluenzverteilungen
- Eigene ‚Verifikations-Pläne‘ zur Fluenzverifikation

Portal-Dose-Image-Prediction

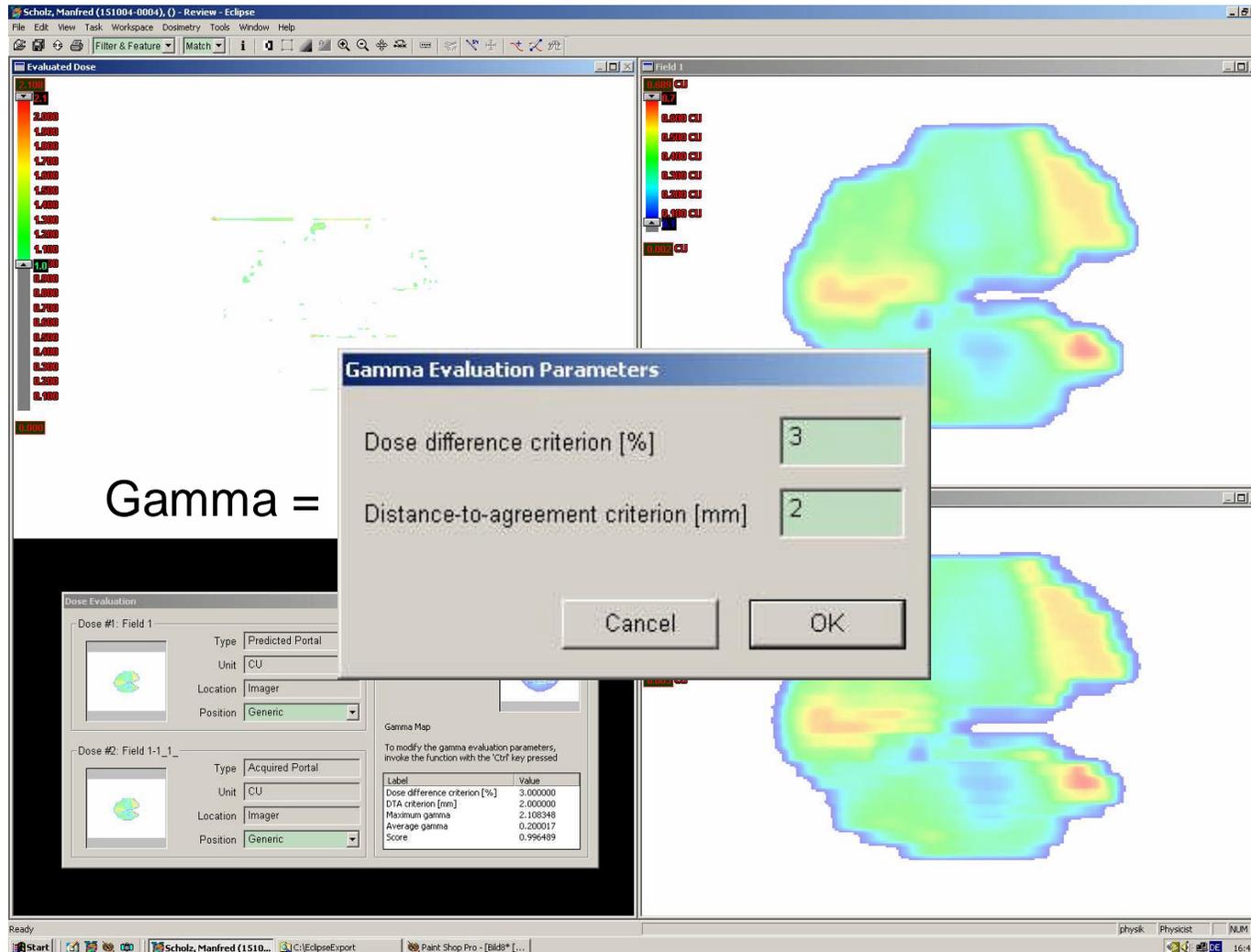
Basisdaten für den Algorithmus:

- ‚Intensity-Profile‘ aus den Basisdaten entspricht dem Diagonalprofil in D_{\max}
- Testfluenz ‚AIDA‘ als gemessene Portal – Dosis in zwei FIDs (105 und 140 cm)
- Original-Fluenz ‚AIDA‘ aus Bestrahlungsplan
- ‚Output-Faktor‘-Tabelle für den Portal-Imager

Auswertung Fluenzverifikation



Auswertung Fluenzverifikation



Gamma =

Gamma Evaluation Parameters

Dose difference criterion [%]

Distance-to-agreement criterion [mm]

Cancel OK

Dose Evaluation

Dose #1: Field 1

Type: Predicted Portal
Unit: CU
Location: Imager
Position: Generic

Dose #2: Field 1-1_1

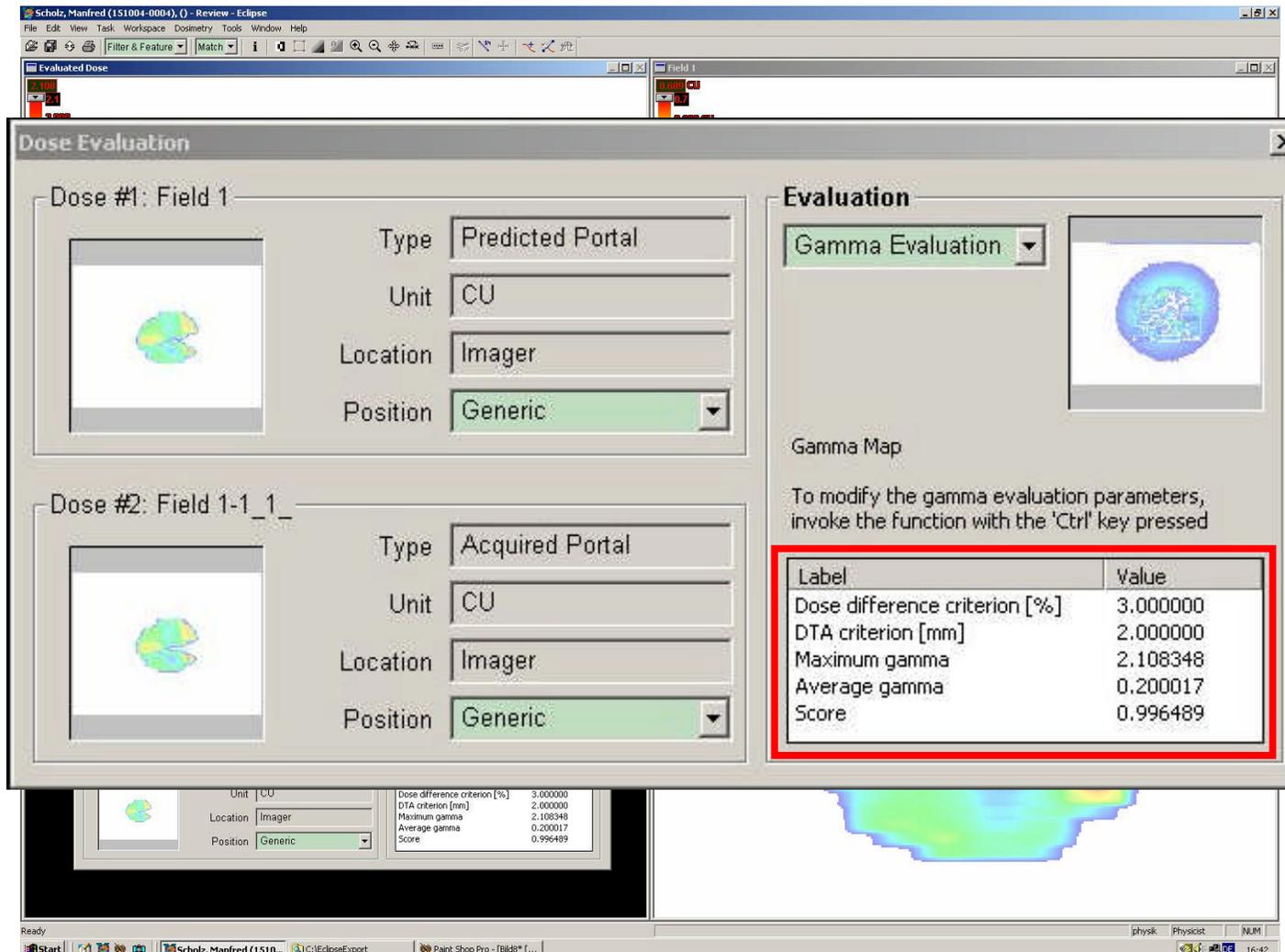
Type: Acquired Portal
Unit: CU
Location: Imager
Position: Generic

Gamma Map

To modify the gamma evaluation parameters, invoke the function with the 'Ctrl' key pressed

Label	Value
Dose difference criterion [%]	3.000000
DTA criterion [mm]	2.000000
Maximum gamma	2.108348
Average gamma	0.200017
Score	0.996489

Auswertung Fluenzverifikation



Dose Evaluation

Dose #1: Field 1

Type: Predicted Portal
 Unit: CU
 Location: Imager
 Position: Generic

Dose #2: Field 1-1_1

Type: Acquired Portal
 Unit: CU
 Location: Imager
 Position: Generic

Evaluation

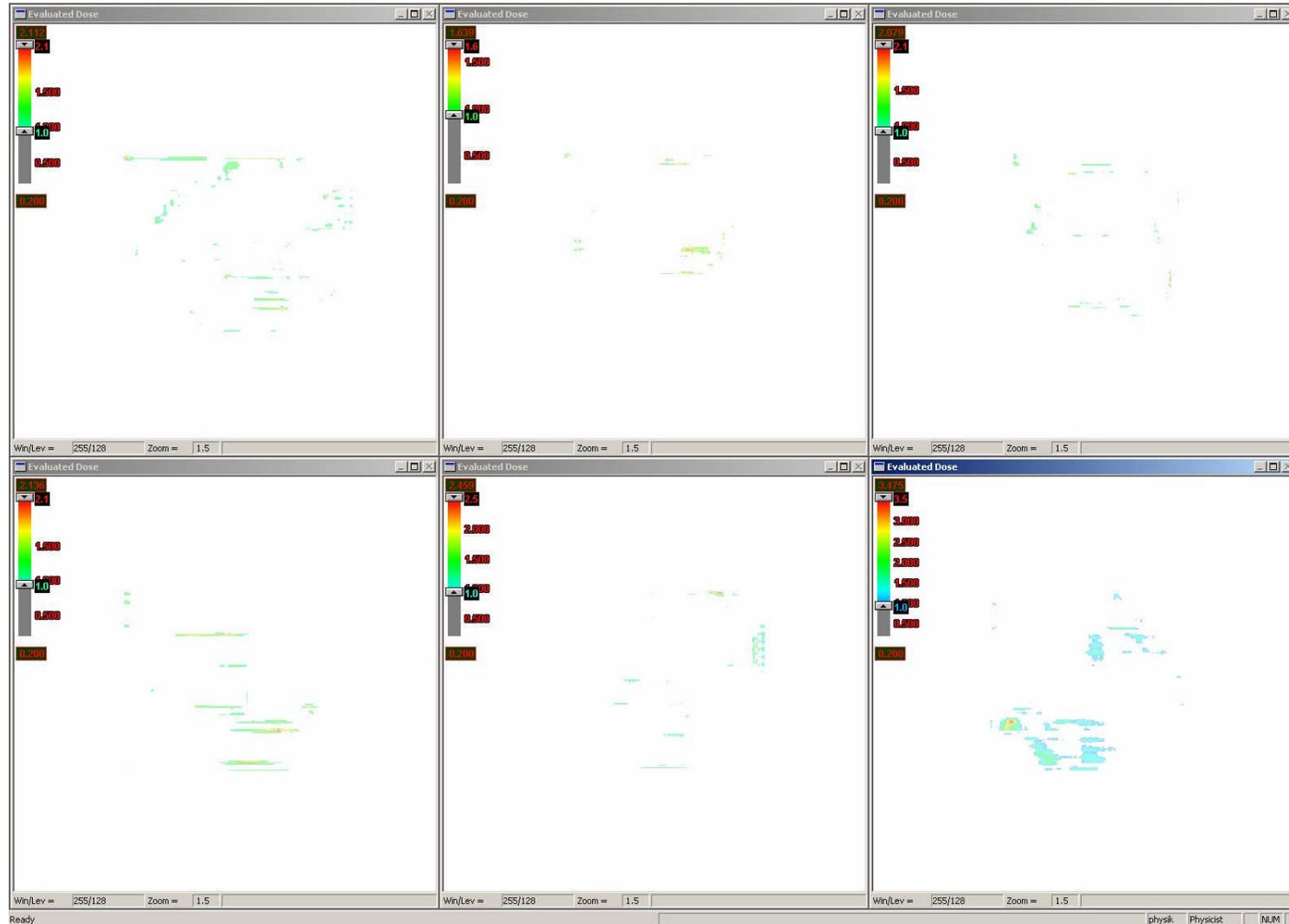
Gamma Evaluation

Gamma Map

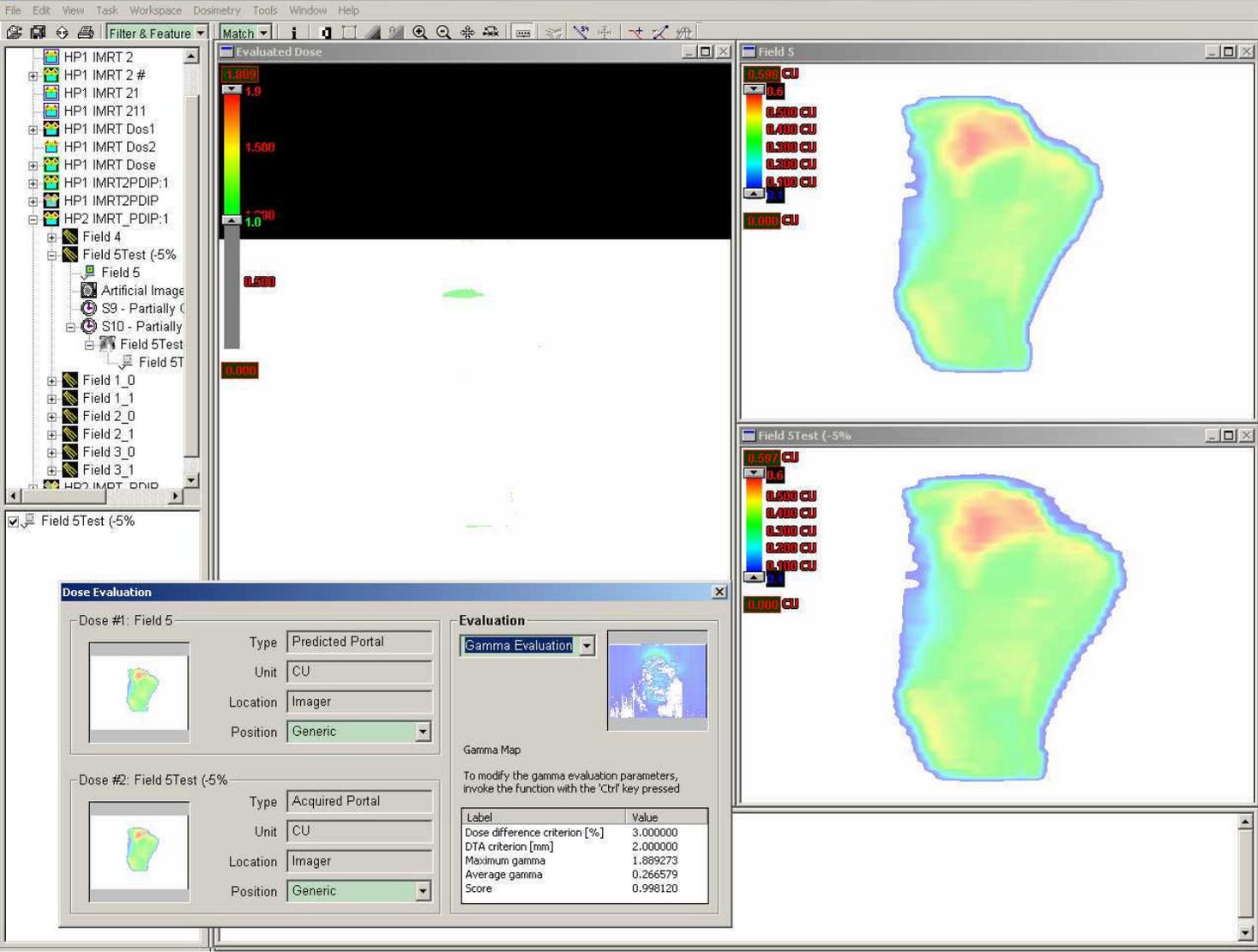
To modify the gamma evaluation parameters, invoke the function with the 'Ctrl' key pressed

Label	Value
Dose difference criterion [%]	3.000000
DTA criterion [mm]	2.000000
Maximum gamma	2.108348
Average gamma	0.200017
Score	0.996489

Planverifikation



Planverifikation 2



The screenshot displays a radiotherapy planning software interface with the following components:

- Left Panel (Tree View):** Lists various treatment plans and fields, including HP1 IMRT 2, HP1 IMRT 21, HP1 IMRT 211, HP1 IMRT Dos1, HP1 IMRT Dos2, HP1 IMRT Dose, HP1 IMRT2PDIP:1, HP1 IMRT2PDIP, HP2 IMRT_PDIP:1, Field 4, Field 5Test (-5%), Field 5, Artificial Image, S9 - Partially, S10 - Partially, Field 5Test, Field 5T, Field 1_0, Field 1_1, Field 2_0, Field 2_1, Field 3_0, Field 3_1, and HP2 IMRT_PDIP.
- Top Center Panel (Evaluated Dose):** Shows a color scale for dose evaluation ranging from 1.000 (red) to 0.000 (black), with intermediate markers at 1.9, 1.500, 1.200, and 0.500.
- Top Right Panel (Field 5):** Displays a gamma map for Field 5 with a color scale from 0.000 CU (blue) to 0.500 CU (red), with intermediate markers at 0.100 CU, 0.200 CU, 0.300 CU, 0.400 CU, and 0.500 CU.
- Bottom Right Panel (Field 5Test (-5%)):** Displays a gamma map for Field 5Test (-5%) with the same color scale as the Field 5 panel.
- Bottom Center Panel (Dose Evaluation Dialog):**
 - Dose #1: Field 5**
 - Type: Predicted Portal
 - Unit: CU
 - Location: Imager
 - Position: Generic
 - Dose #2: Field 5Test (-5%)**
 - Type: Acquired Portal
 - Unit: CU
 - Location: Imager
 - Position: Generic
 - Evaluation:**
 - Gamma Evaluation (selected)
 - Gamma Map (small thumbnail)
 - Gamma Map description: To modify the gamma evaluation parameters, invoke the function with the 'Ctrl' key pressed.
 - Table of evaluation parameters:

Label	Value
Dose difference criterion [%]	3.000000
DTA criterion [mm]	2.000000
Maximum gamma	1.889273
Average gamma	0.266579
Score	0.998120

Pre-Treatment Verifikation mit Varian Portal-Vision Dosimetry

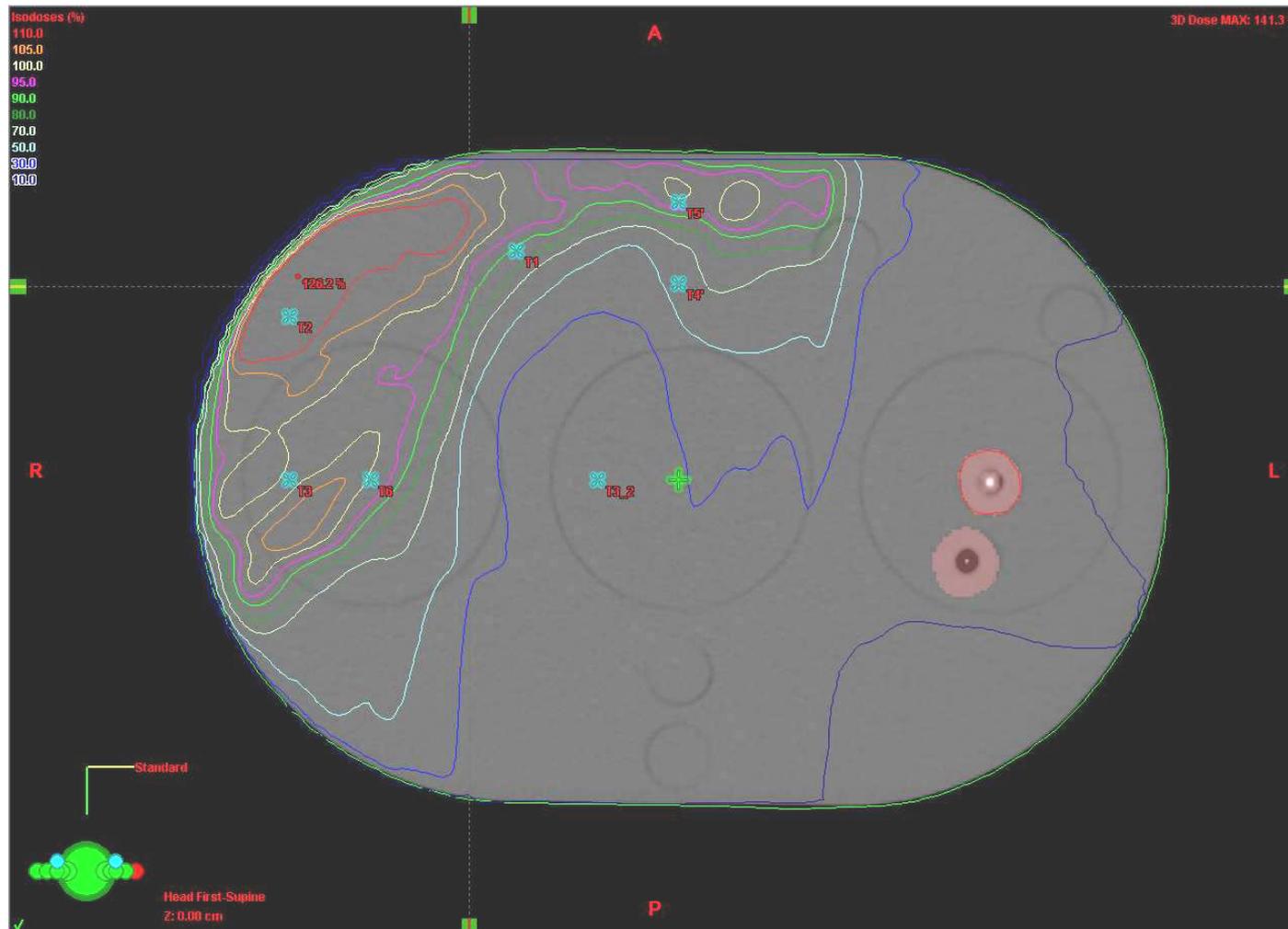
- Gute Orts-/Dosisauflösung, Dosiskalibrierung
→ komplette Planverifikation in einem Schritt ?
- Leichte Handhabung, schnelle Verifikation
- Für reale Patienten-Felder meist hohe Übereinstimmung mit Predicted-Dose-Images (Eclipse)
- Durch Integration in Vision-Umgebung unerreicht komfortabel
- Auswertungs-Tools ab Version 8 (ARIA) verbessert
(Gamma-Score, Profil-Export etc...)
- Für größere Felder evtl. Probleme im Prediction-Algorithmus
(Auffällig nur bei eher homogenen Feldern)

→ kann verwendet werden, muß noch reifen...

IMRT-Verifikation in Heidenheim

- Fluenzverifikation mit PI-Dosimetrie
- Dosisverifikation planbasiert im Phantom
 - Quasar - Bodyphantom für große ZV
 - PMMA - Zylinder für kleine ZV (stereotaktische Positionierung)
 - Messung mit 0,125 ccm Flex (PTW 31003) und pSi-Diode (EDD5 Scanditronix)
 - Anzahl Messpunkte je nach ZV

Dosisverifikation im Phantom (Quasar-Bodyphantom)



Winston-Lutz-Test

- Prüfung der Isozentrums-Genauigkeit für die stereotaktische Radiochirurgie / Strahlentherapie und IMRT

