

Machine-QA für IMRT/VMAT

Notwendig oder nicht?

Thomas Koch

MVZ am Bruderwald, Klinik und Praxis für Radioonkologie und Strahlentherapie,
Bamberg

AK IMRT 11./12.April 2013 Hamburg

Einführung

Ausstattung:

- **Bestrahlungsgeräte**

- 2 Elekta-Synergy-Linacs mit MLCi2

Integrity R 1.1

iViewGT / Cone beam CT

- Tomotherapie HiArt

- **Bestrahlungsplanung**

- Pinnacle Smart-Enterprise Vers. 9.4 und Tomotherapie 4.2

- **Meßausstattung (u.a.)**

- mehrere kleinvolumige Messkammern
- Gafchromic-Filme und VidarScanner mit DosimetryPRO®
- Mess-Phantome: PTW729 / Delta⁴® / ArcCheck™



Motivation

- Diskussion unter den Physikern der „Ärztlichen Stelle“ in Bayern:
 - These: Wenn ich jeden Plan (vor 1. RT) messe, dann brauche ich keine zusätzliche Machine-QA, die ist in den Messungen inbegriffen. Mögliche Fehler würde ich an den Messergebnissen erkennen!
- Eigenes Beispiel: Unterschiedliche Messergebnisse an den Linacs

Abfrage bei Prüfungen der Ärztlichen Stelle

- Messung von jedem IMRT/VMAT-Plan wird akzeptiert!
- Aber: Vor Beginn sollte man alle wichtigen Parameter für das Planungssystem einmal gemessen und geprüft haben!
- End-to-End-Test! (jährliche Wiederholung!)
- Unabhängige Zweitberechnung: ausführliche Machine-QA und Überprüfung des Transfer
- Physiker sollten sich nicht selbst abschaffen!

Meßmethoden

- Kleine Felder mit geeigneten Kammern
- MLC-Transmission
- TuG-Parameter
- Genauigkeit der Lamellenposition:
 - Gartenzauntest (Picket Fence)
 - Streifentest (Stripped Image)
- Lamellengeschwindigkeit
- Dosisleistungsregelung
- Gantrygeschwindigkeit



Eigenes Konzept

- Picket Fence und Stripped Image 1 mal monatlich an jedem Gerät
- Vergleichsmessung wg. Tandem-Betrieb 1 mal monatlich
- Dosiskalibrierung bei kleinen MU 1 mal monatlich
- Profile bei kleinen MU 1mal jährlich und bei Bedarf
- Dosiskalibrierung bei kleinen Feldern 1 mal jährlich und bei Bedarf
- MLC-Transmission 1 mal jährlich



Parameter für das Planungssystem

MLC Editor

Machine name:

Machine has Multi-leaf Collimator (MLC): Yes No

General | **Leaves** | **Jaw Dependencies**

Leaf pairs (40):

- 1. Y = -19.50 cm
- 2. Y = -18.50 cm
- 3. Y = -17.50 cm
- 4. Y = -16.50 cm
- 5. Y = -15.50 cm
- 6. Y = -14.50 cm
- 7. Y = -13.50 cm
- 8. Y = -12.50 cm

Leaf pair number 1:

Y position (cm):

Width (cm):

Minimum tip position (cm):

Maximum tip position (cm):

Top of list is X2 jaw.

Allow opposing adjacent leaves to overlap? Yes No

Tongue and groove width (cm):

Additional interleaf leakage transmission:

Maximum tip difference for all leaves on a side (cm):

Minimum static leaf gap (cm):

Minimum dynamic leaf gap (cm):

Parameter für das Planungssystem

Rounded Leaf End Specification

Machine:

Rounded Leaf Tip Radius (cm):

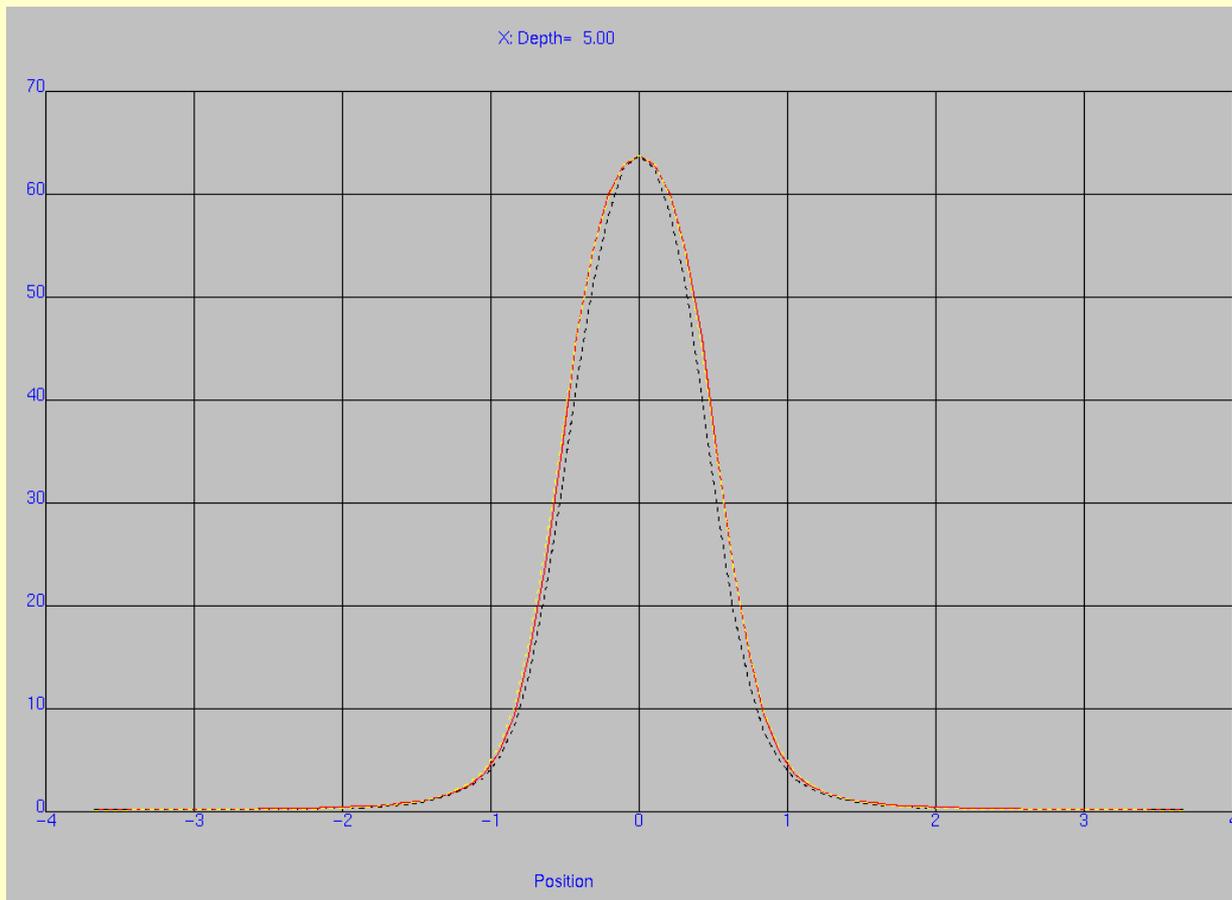
Leaf Offset Calibration

Leaf Pos	Offset
-20	-0.84
-19	-0.74
-18	-0.66
-17	-0.6
-16	-0.53
-15	-0.47
-14	-0.41
-13	-0.36
-12	-0.31
-11	-0.26
-10	-0.21
-9	-0.17
-8	-0.135

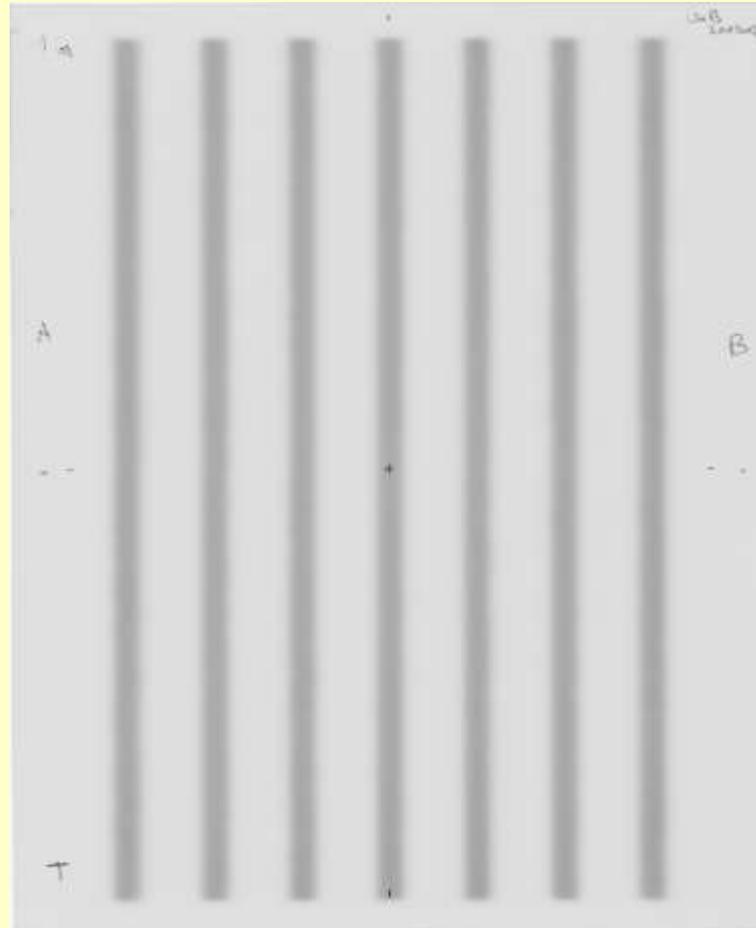
The graph displays a parabolic curve representing the relationship between Leaf Position (cm) on the x-axis and Offset (cm) on the y-axis. The x-axis ranges from -20 to 20 with major ticks every 5 units. The y-axis ranges from -0.9 to 0.0 with major ticks every 0.1 units. The curve is symmetric about the y-axis, starting at approximately (-20, -0.84) and ending at (20, -0.84), with a maximum offset of 0.0 at a leaf position of 0.

Buttons: Ins Before, Delete Point, Create Default Table, Ins After, Delete All Points, Dismiss, Help

1x1 cm Profil bei korrekten Parametern



Picket Fence Test auch dosimetrisch



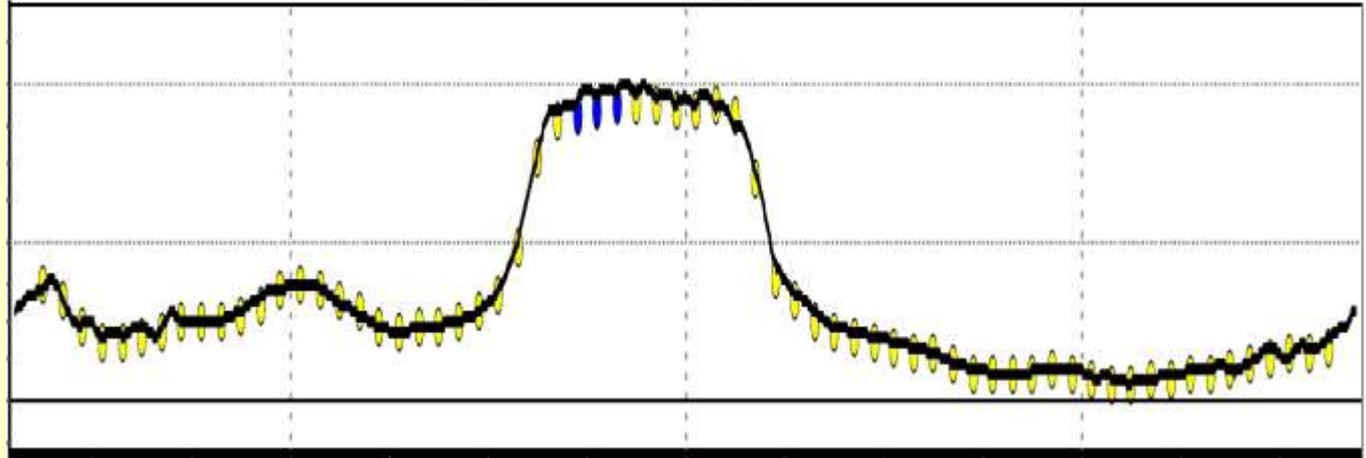
Stripped Image Test auch dosimetrisch

- Aneinandergesetzte Streifen, z.B 1 cm, aber auch 0.5 cm oder 2 cm möglich
- Detektor: Film, Epid, PTW729
- In ACAL enthalten: Problem Auflösung
- „Universaltest“

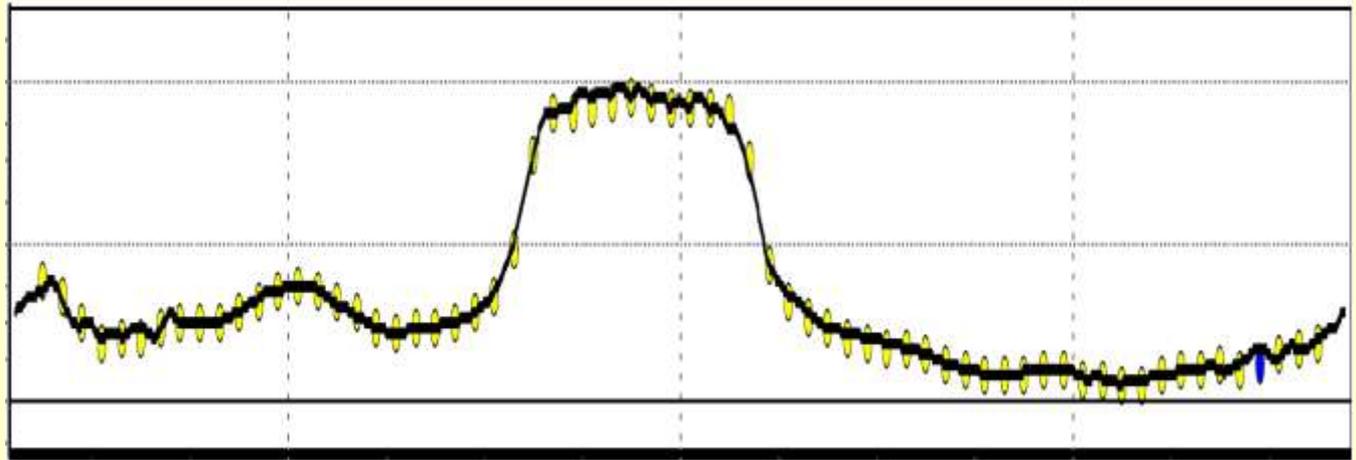


Problem: 1 Linac mit schlechteren QA-Ergebnissen

LinacA
3%-3mm
90,7%

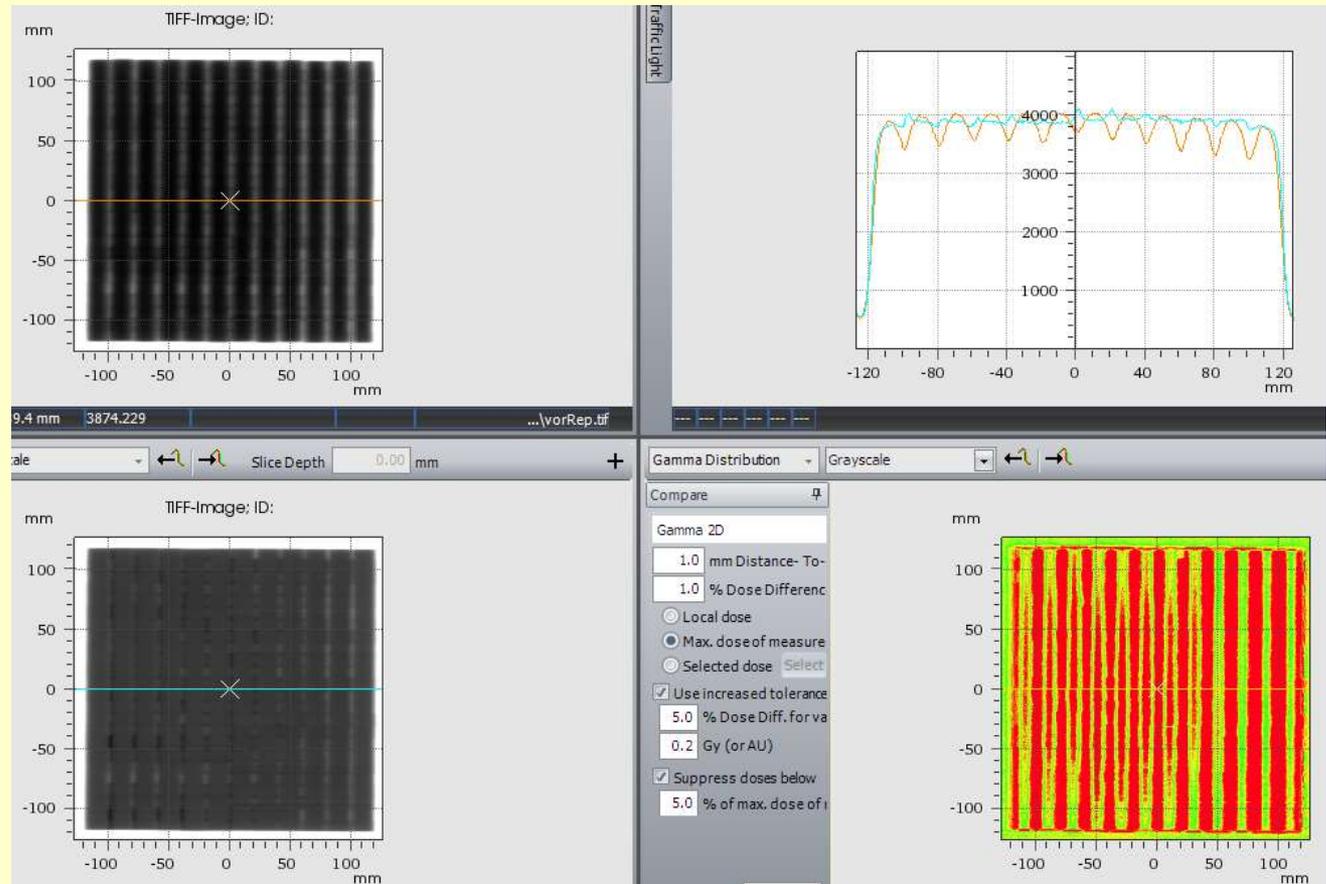


LinacB
3%-3mm
98,1%



Stripped Image Test an beiden Geräten mit EPID

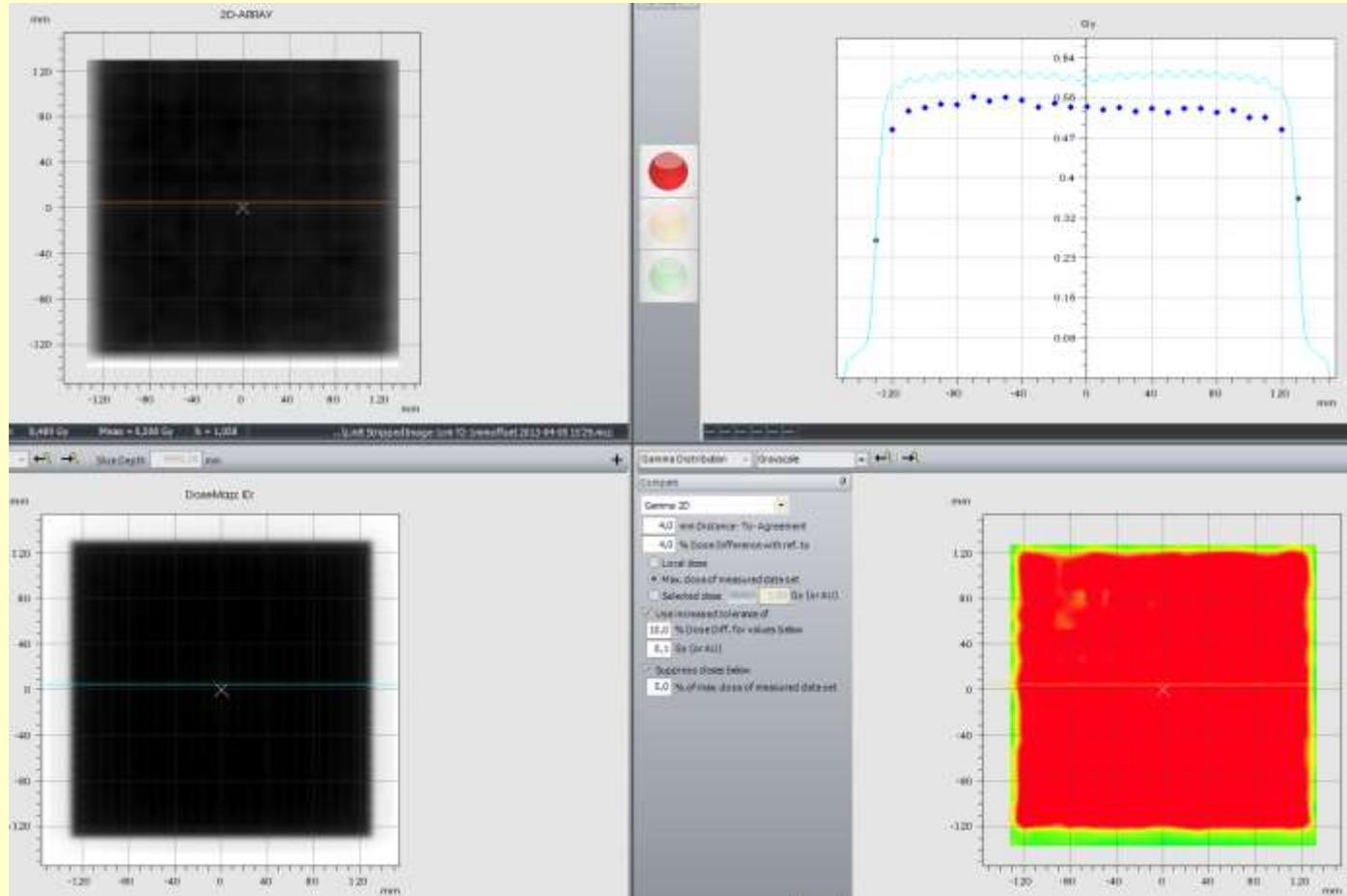
LinacA:
Leafbank Y2
mit Offset
von ca.
1mm



Stripped Image Test PTW729

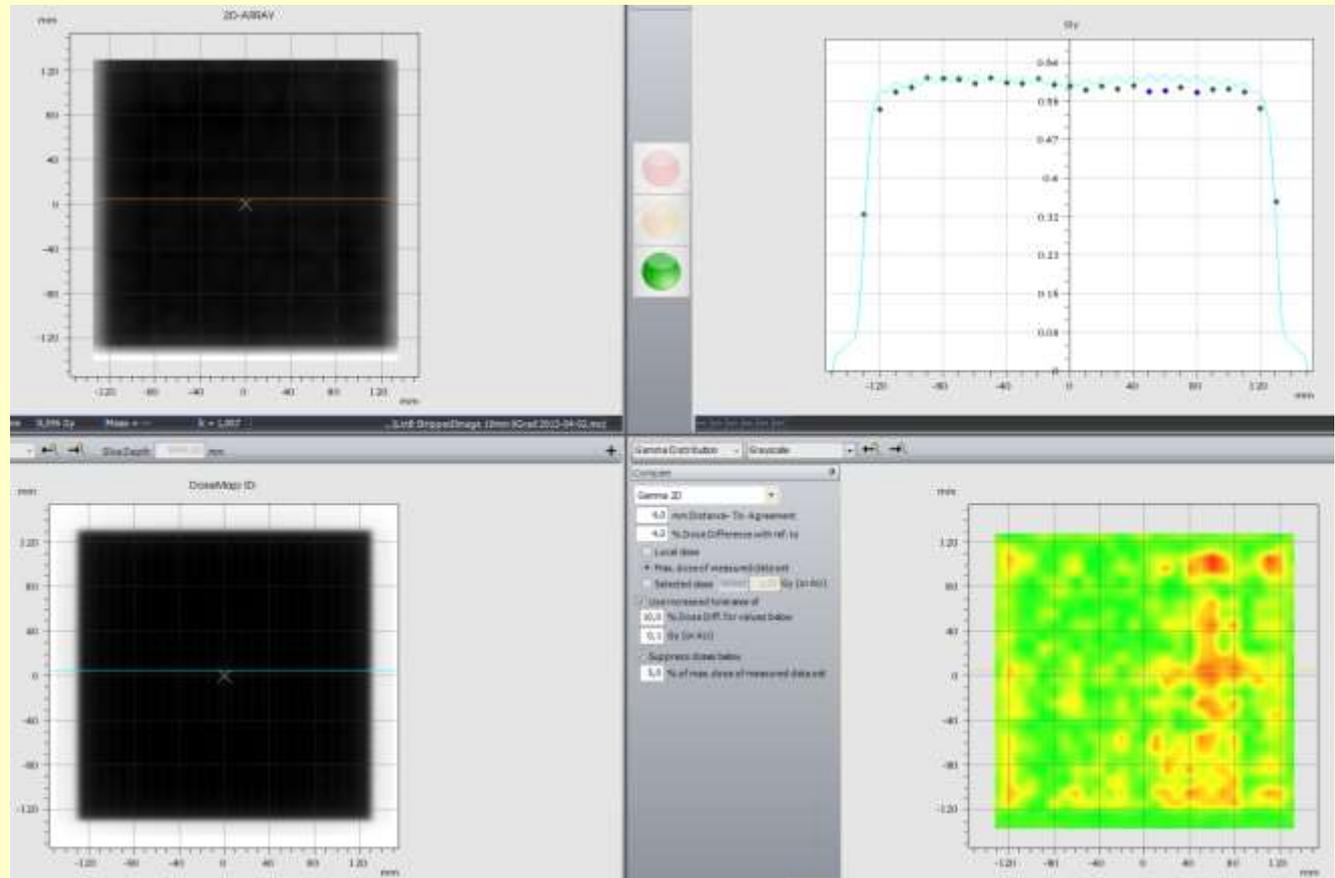
Vergleich mit Planungssystem

Offset ist
auch mit
PTW729
dosimetrisch
nachweisbar



Stripped Image Test PTW729 Vergleich mit Planungssystem

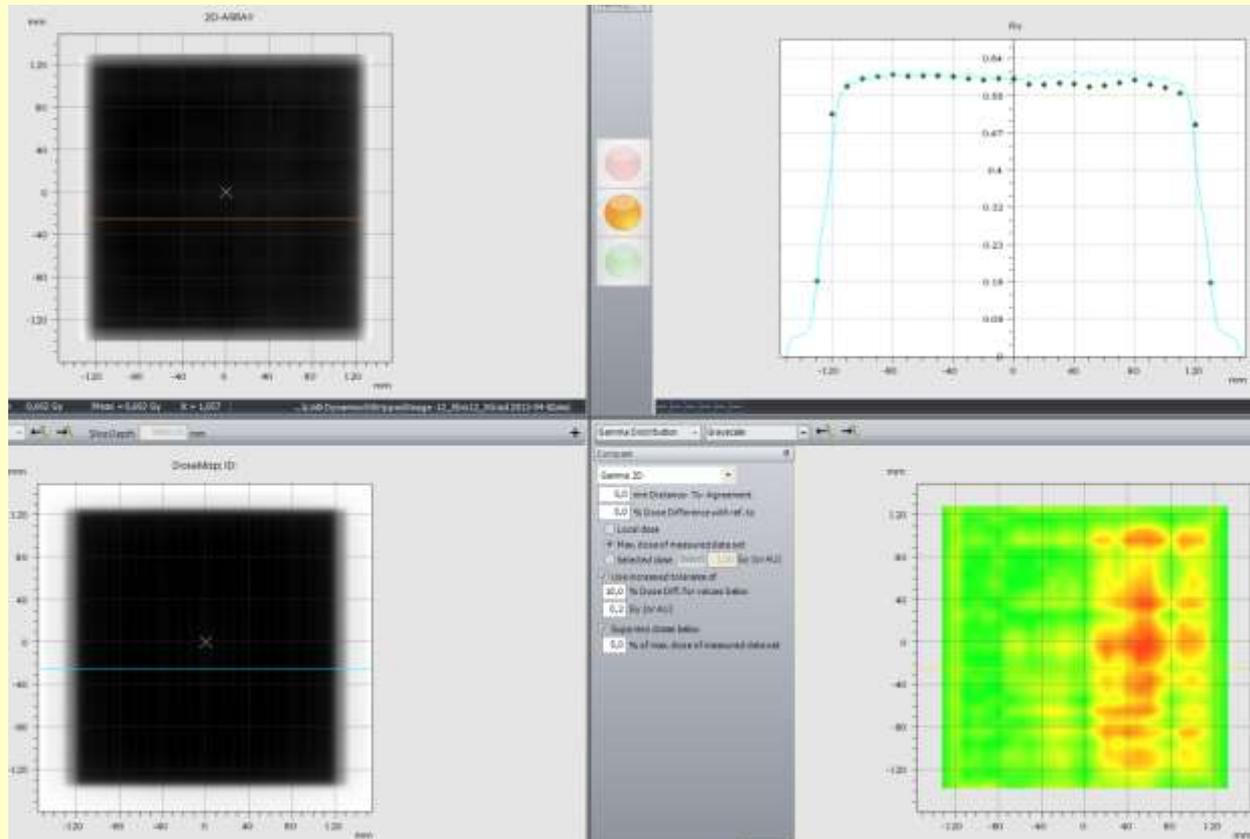
nach
Offset-
Korrektur



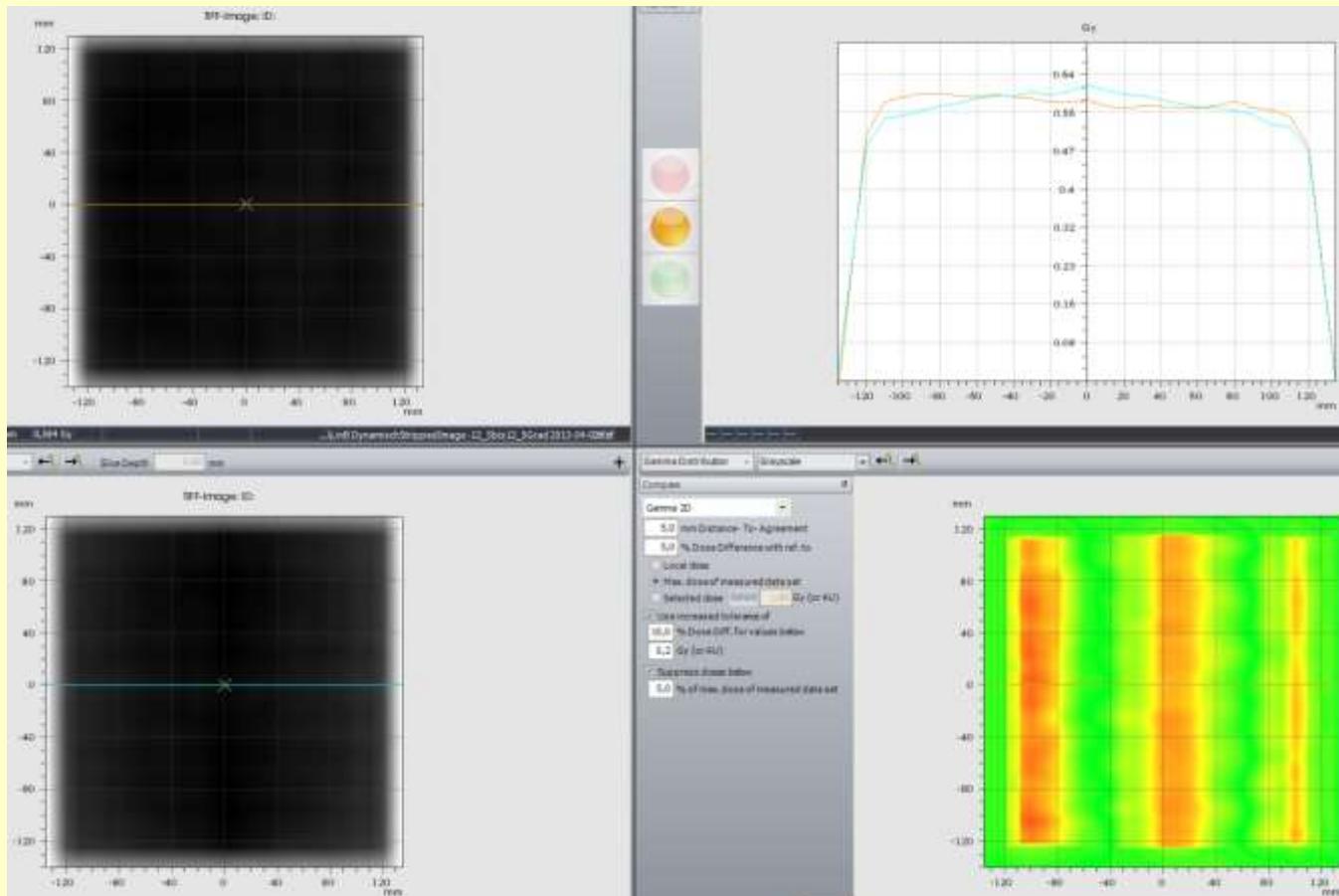
Zwischenfazit

- Fehlkalibrierung einer Leaf-Bank führte an einem Gerät zu “grenzwertigen” QA-Ergebnissen (im Mittel 2-3%)
- Streifentest ist geeignet um korrekte Leaf-Kalibrierung zu überprüfen, das geht auch dosimetrisch mit PTW729
- Zusatzbemerkung: Dosis-Messung kleiner Felder und schmaler Streifen ergab eine Differenz von -6% bis -7%

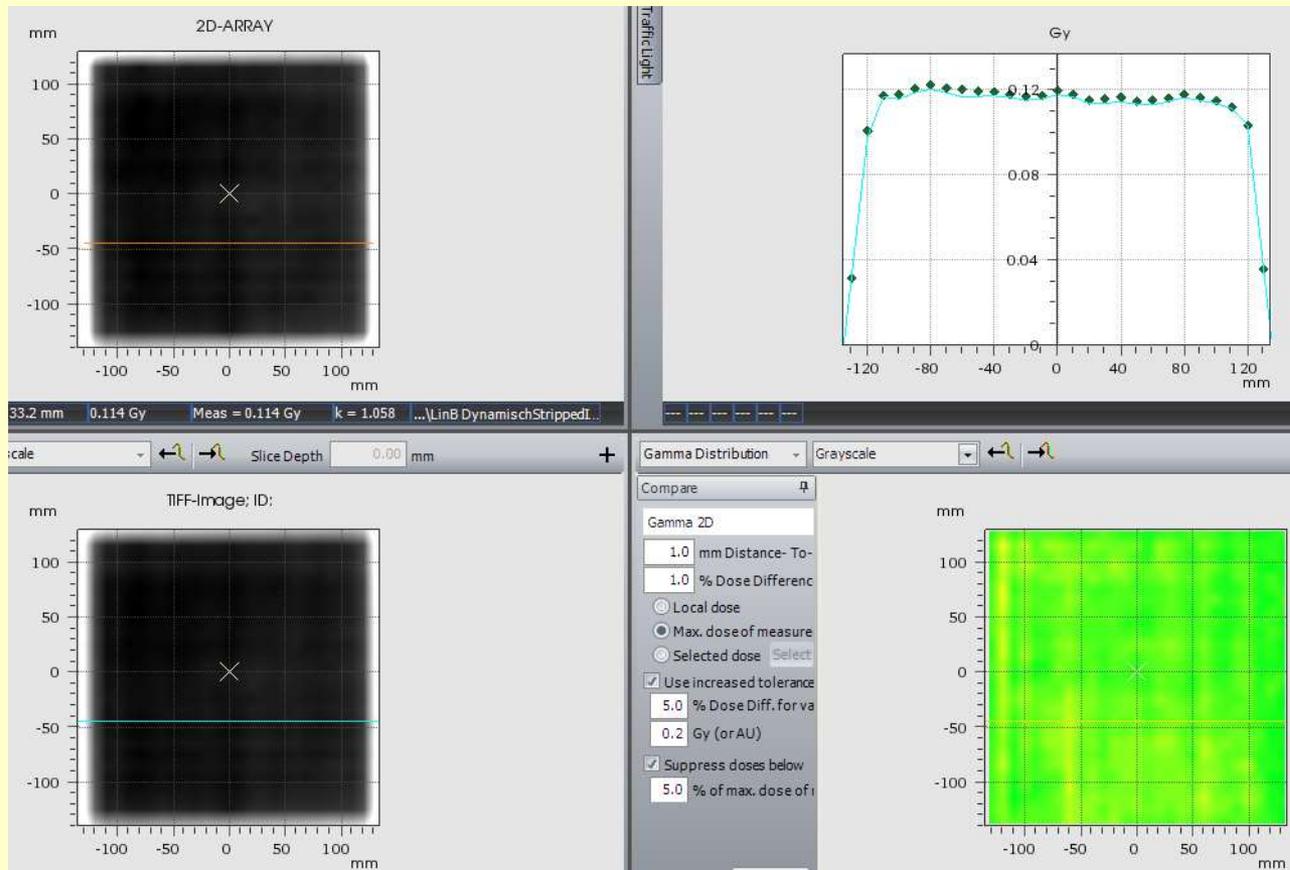
Dynamischer Stripped Image Kleinwinkelrotation



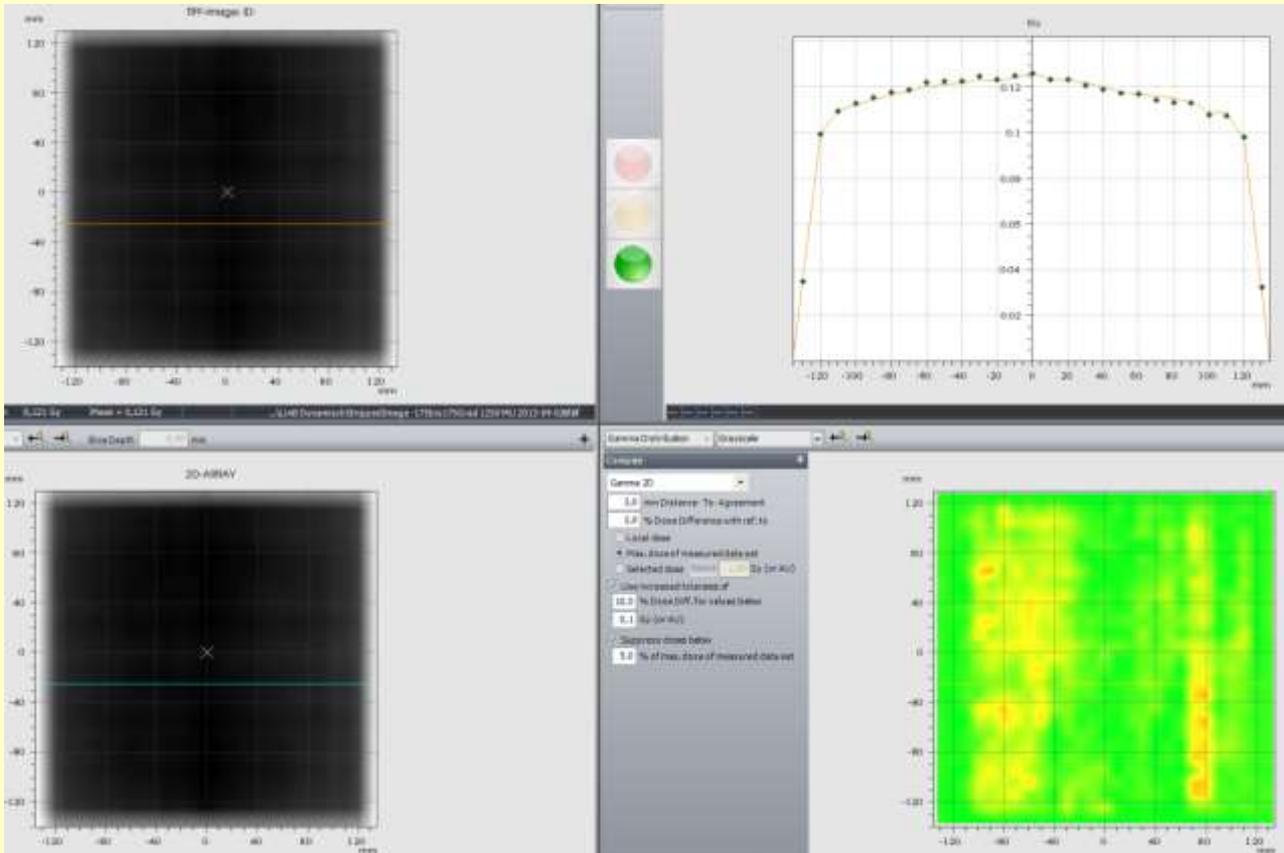
Dynamischer Stripped Image Vollrotation-Teilrotation



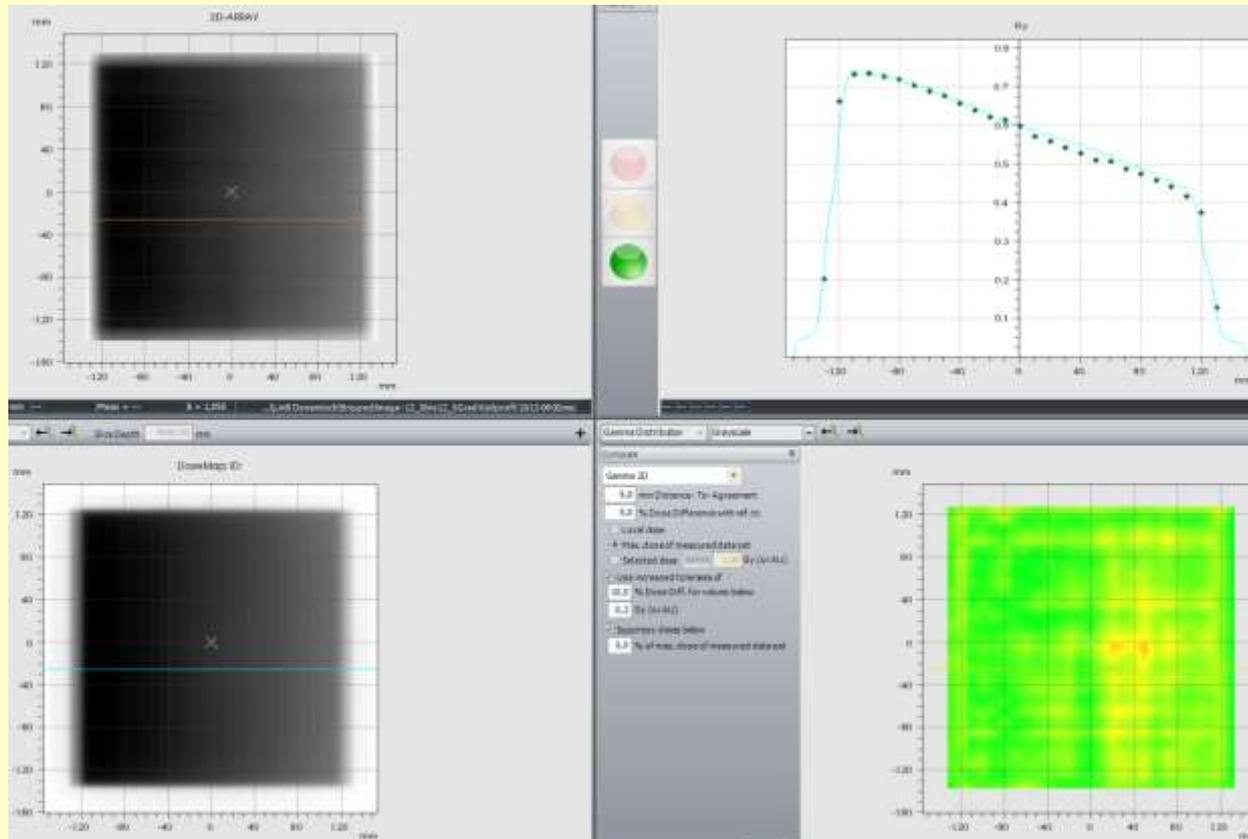
Teilrot dyn. Stripped Image 250MU - 50 MU (skaliert, “noisy”)



Vollrot dyn. Stripped Image 1250MU - 125MU (skaliert)



Teilrot dyn. Stripped Image Keilprofil



Dynamischer Stripped Image Test

- Kleinwinkel-Rotation in 1 Grad-Schritten:
 - Ergebnis ist unabhängig vom Startwinkel / Gantryposition, passt zu Planungssystem
 - Ergebnis ist unabhängig von Gesamt-MUs, d.h. Regelung funktioniert
- Vollrotation:
 - Max. bei 0° , Min. bei -180° und 180° (?)

Dynamischer Stripped Image Test weitere Ergebnisse

- Limits bei verändern der Gesamt-MU bei Vollrotation:
 - 1250 MU: Gesamtdauer 2,5 min., volle Dosisrate (DR)
 - 500 MU: Gesamtdauer 60 sec., volle DR
 - 250 MU: Gesamtdauer 55 sec., halbe DR
 - 125 MU: Gesamtdauer 55 sec., viertel DR
- Interpretation: Max. Gantry-Geschwindigkeit, ca. $6^\circ / \text{sec.}$

Dynamischer Stripped Image Test weitere Ergebnisse

- Limits bei verändern der Gesamt-MU bei Teilrotation:
 - 250 MU: Gesamtdauer 30 sec., volle DR
 - 125 MU: Gesamtdauer 15 sec., volle DR
 - 50 MU: Gesamtdauer 15 sec., ca. halbe DR
- Interpretation: Max. Lamellen-Geschwindigkeit, ca. 1.7cm / sec.

Fazit

- Vorgestellte Methoden sind geeignet die korrekte Parametrisierung des Planungssystems zu überprüfen
- Als regelmäßige Maschinen-QA für IMRT und VMAT meiner Meinung nach in jedem Fall sinnvoll (nicht nur einmal)
- Referenzwerte (möglichst aktuelle) bei Fehlersuche wenn Probleme auftauchen
- Dynamische Tests sinnvoll oder Spielerei? (bisher jeweils nur eine Richtung getestet!)



Herzlichen Dank für ihre Aufmerksamkeit!

