



LA-Regio Kliniken

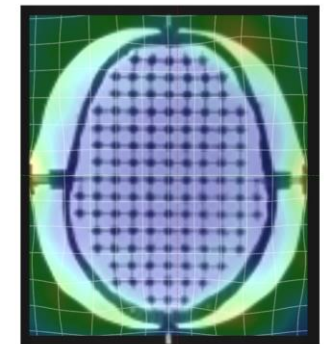
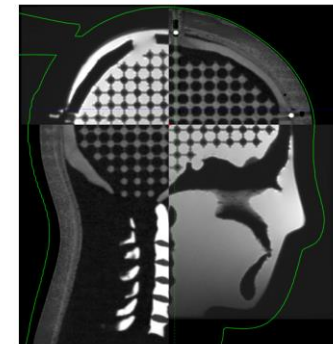
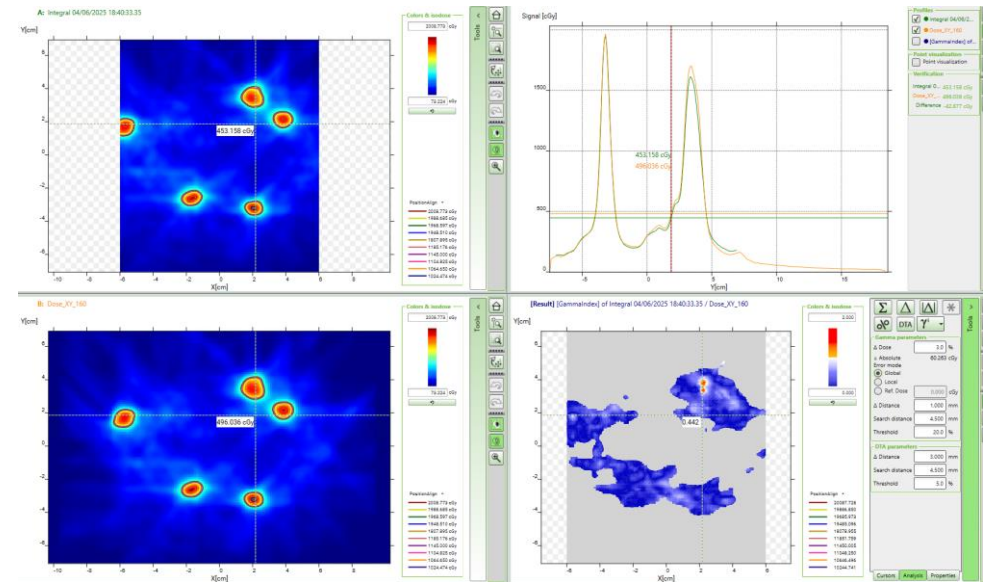
# QA VON SIMT SRS

Qualitätssicherung für die Radiochirurgie: Single-Isocenter-Multi-Target-Pläne

**Marie Zeidler**

# QA von SIMT SRS

- Definition
- Herausforderungen
- Teil I: SGRT-QA
  - Abgleich Bildgebungsisozentren
  - SGRT genau genug für SIMT-SRS?
- Teil II: Patientenspezifische-QA
  - MRT-QA
  - Plan-QA



# Was ist SIMT SRS

- Bestrahlung von mehreren Targets, meist Hirnmetastasen, mit einem Isozentrum, in einer Sitzung – single isocenter multi target stereotactic radiosurgery –
- Zunehmende Popularität:
  - Weniger Nebenwirkungen als eine Bestrahlung des gesamten Hirns
  - Hohe lokale Kontrolle
  - Schneller als jede Metastase in einem Isozentrum zu bestrahlen (20min inkl. Bildgebung)
  - Option die Therapie zu wiederholen
- Breite Verfügbarkeit durch LINAC-basierte SRS und schnelle Planungsmethoden (z.B. Varian HyperArc und Brainlab Elements)

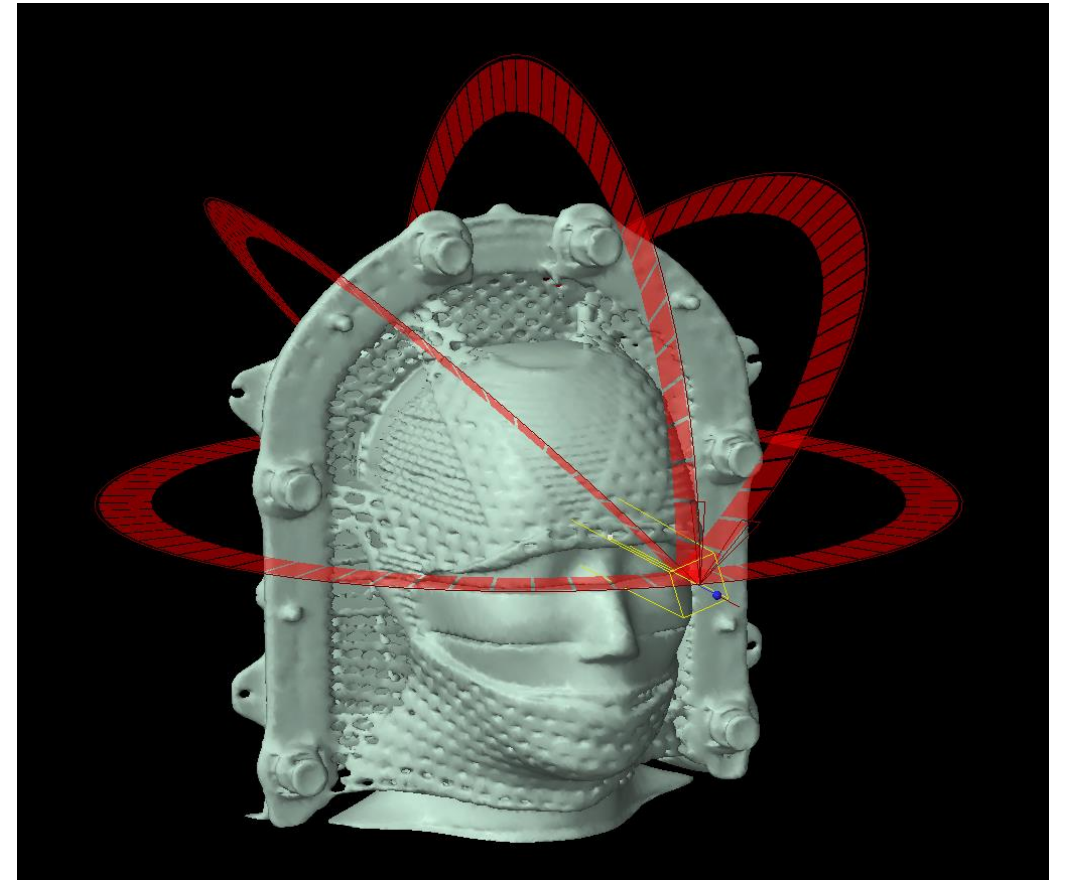
# Herausforderungen

- Hohe Gerätegenauigkeit erforderlich – Isozentrumsgröße, MLC, Tischwinkel, ...
- Kommissionierung – Beammmodell für kleine Felder validiert
- Dedizierte Patienten-QA
- Zusätzlich Übergang vom „scharfen Ring“ zur thermoplastischen Maske
  - Positionierungsgenauigkeit verschlechtert
  - Intrafraktionelle Überwachung unabdingbar
    - Radiographisch, wie ExacTrac (Brainlab), MV-Bildgebung (TrueBeam), kV (ZAP-X)
    - Surface Guidance: AlignRT (VisionRT), IDENTIFY (Varian), Catalyst (C-RAD)

# Intrafraktionelle Überwachung

Klinikum Landshut Mitte:

- Hyper-Arc mit AlignRT – Open Face Mask
- Beam-hold bei Überschreitung der Limits
- MV-Kontrollaufnahme vor neuem Tischwinkel



# Wie genau muss es sein? PTV-Margins

- RO: gern so klein wie möglich um Nebenwirkungen (Risiko Radionekrose) klein zu halten – 1mm typischerweise im Klinikum Landshut Mitte
  - MPE: Isozentrumsgröße + Bildgebungs-Offset + MRT-Verzeichnung + intrafrak. Bewegung + Auflösung + ...
- Gründliches QA Regime notwendig
- Isozentrum tägl. vor Stereotaxie prüfen
  - Koinzidenz der Bildgebungsisozentren  $<1\text{mm}$  für SRS/SBRT nach TG-142 (besser  $<0,5\text{mm}$ )
  - Regelmäßige Kalibrierung aller Systeme

# Bildgebungsisozentren abgleichen

## Vorbereitung:

- Regelmäßige Cube-Kalibration (Korrektur des AlignRT-Kamera-Isozentrum zum MV-Isozentrum) – monatlich oder nach Bedarf
- Regelmäßige Iso-Cal (Varian-seitige Kalibrierung des kV- und MV-Isozentrums zum mechanischen Isozentrum)

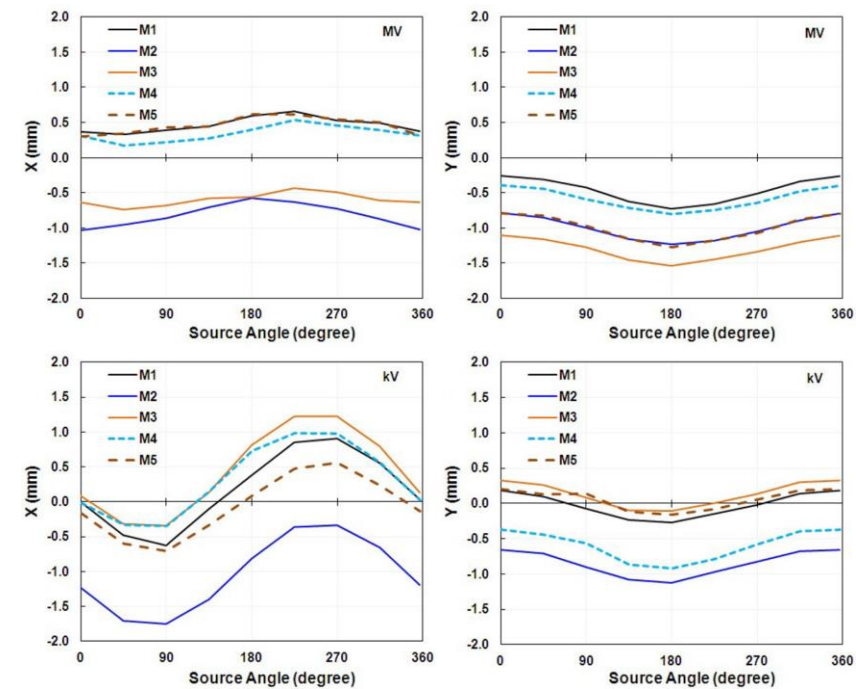
→ Look-up table für MV- und kV-Detektor – winkelabhängige Korrektur von EPID sag

Radiation Oncology Physics | [Open Access](#) | [CC BY](#)

### Evaluation of IsoCal geometric calibration system for Varian linacs equipped with on-board imager and electronic portal imaging device imaging systems

[Song Gao](#), [Weiliang Du](#), [Peter Balter](#), [Peter Munro](#), [Andrew Jeung](#)

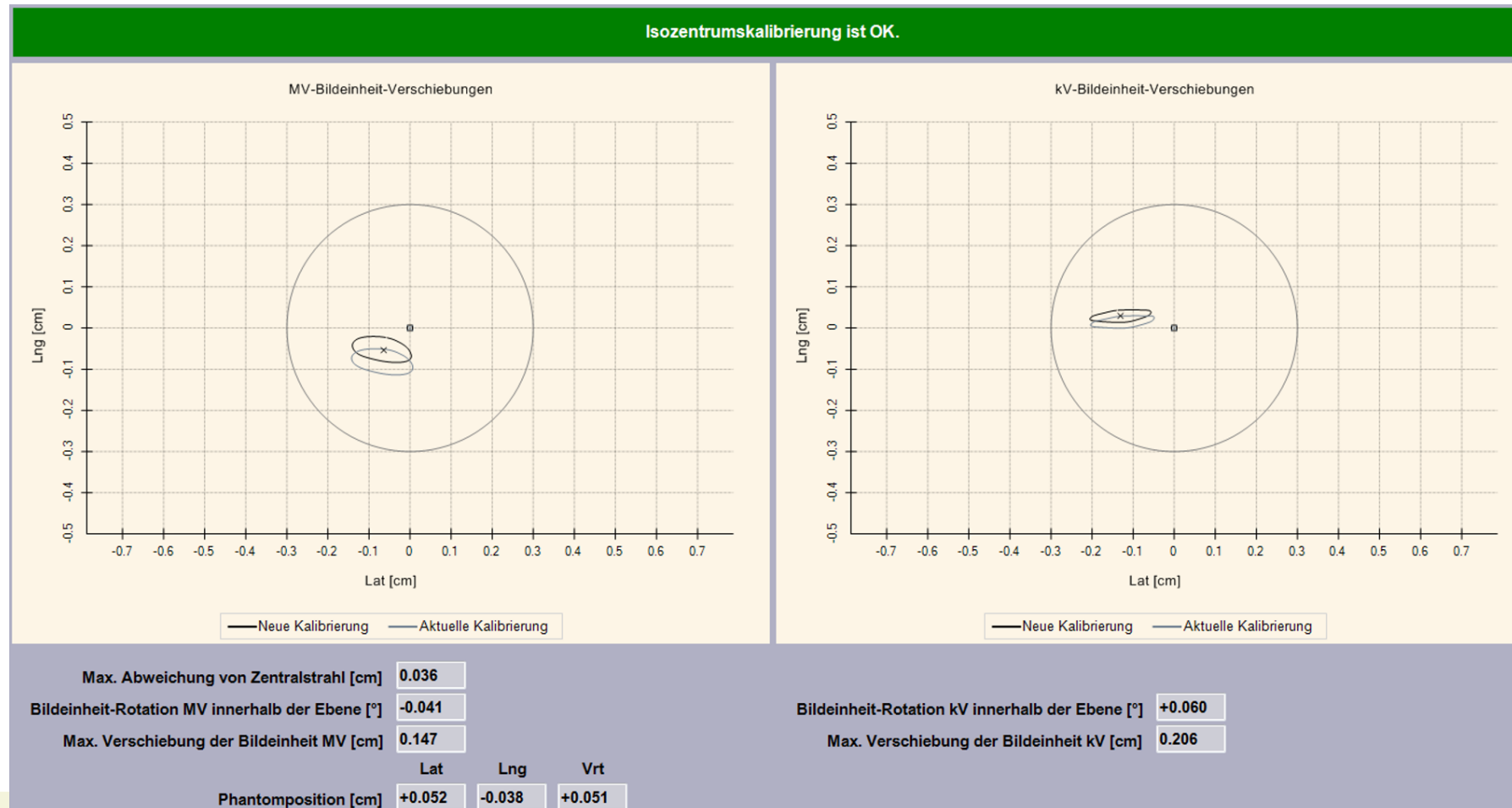
First published: 08 May 2014 | <https://doi.org/10.1120/jacmp.v15i3.4688> | [VIEW METRICS](#)



- IsoCal results for all five linacs showing the offsets between the imager center and the projected treatment isocenter in the lateral (X) and longitudinal (Y) directions in a full gantry rotation for one calibration for the MV imager (upper graphs) and the kV imager (lower graphs).

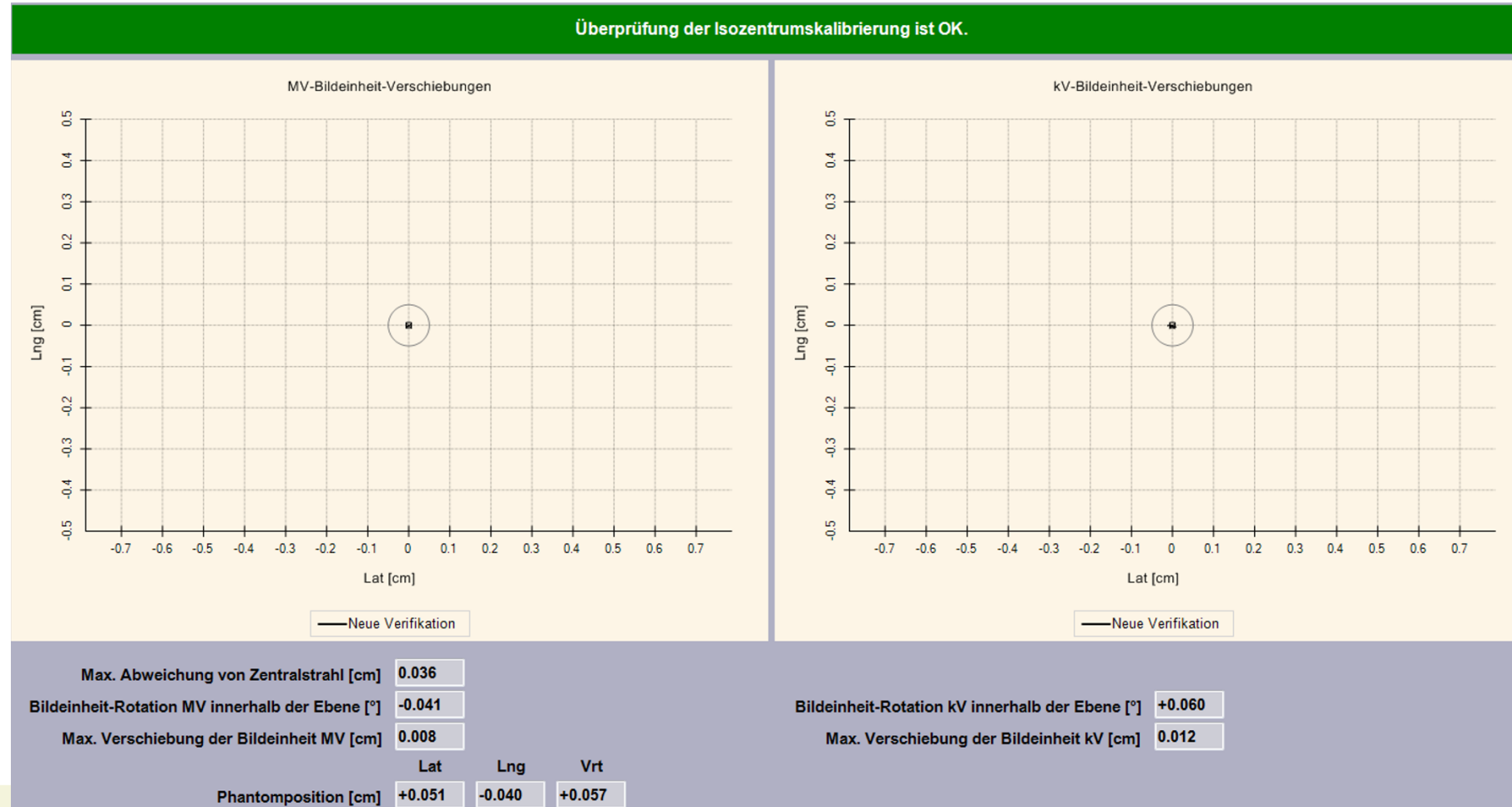
# Bildgebungsisozentren abgleichen

- Isozentrumskalibrierung



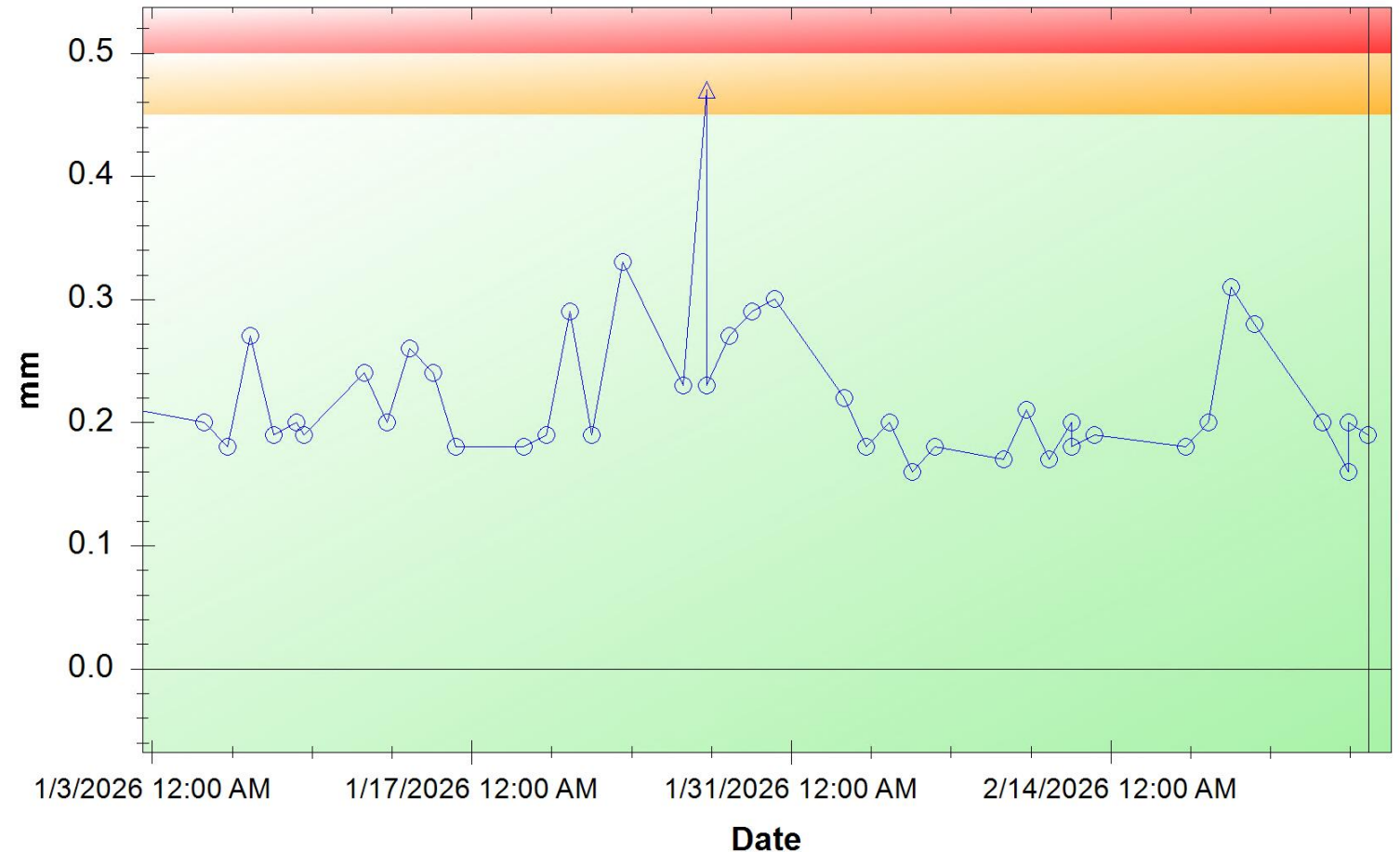
# Bildgebungsisozentren abgleichen

- Isozentrumsverifikation



# Bildgebungsisozentren abgleichen

- Monatlich, oder wenn im MPC der MV oder kV-Offset plötzlich steigt



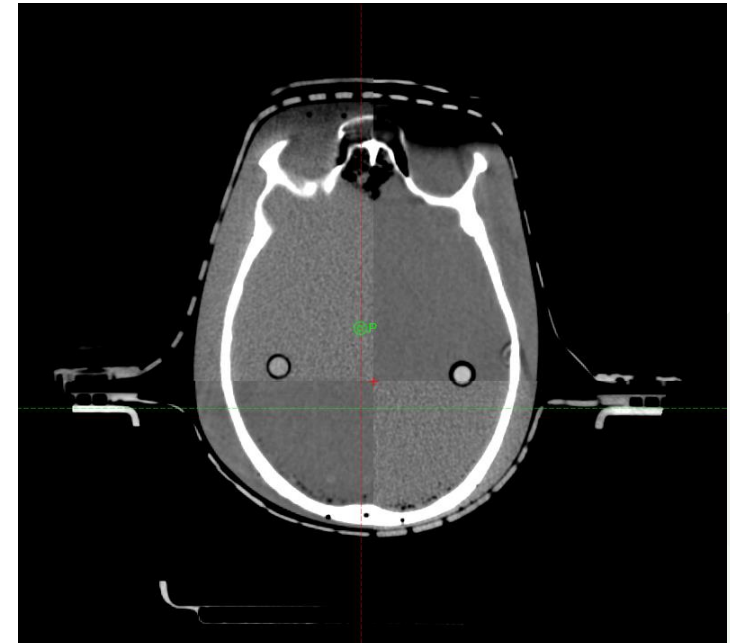
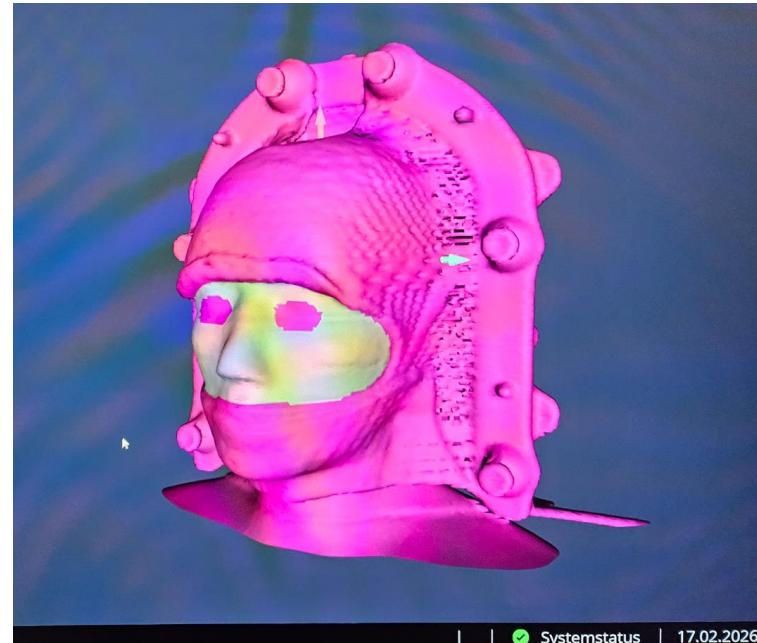
# Bildgebungsisozentren abgleichen

Setup: Phantom mit definierter Verschiebung um 10mm in allen Achsen nach Ausrichtung mit CBCT

Modalität	vertikal [mm]	longitudinal [mm]	lateral [mm]	Max. Delta [mm]
CBCT	10,0	10,1	9,9	0,1
MV/MV	9,9	10,5	10,3	0,5
kV/kV	10,4	10,0	10,0	0,4
AlignRT	10,3	9,9	9,7	0,3

# Abgleich MV mit SGRT bei Tischwinkeln

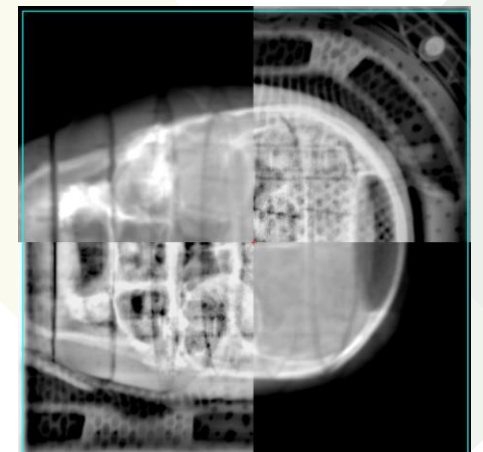
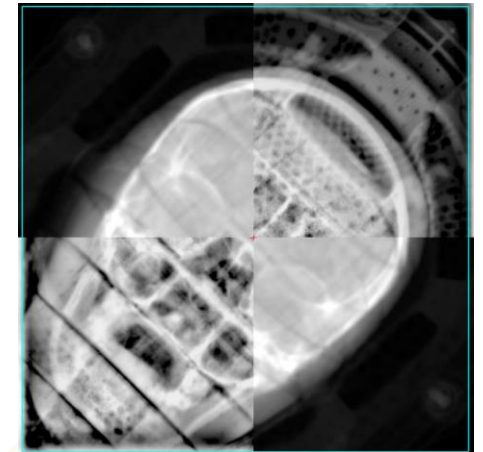
- Alderson-Phantom mit Open-Face-Mask, ROI auf Gesicht wie SRS-Patient
- Am Beschleuniger anhand von SGRT lagern, mit CBCT korrigieren



# Abgleich MV mit SGRT - Tischwinkel

- Abgleich mit SGRT – für verschiedene Tischwinkel (270°, 315°, 45°, 90°)
- Erst Korrektur über SGRT, dann MV-Kontrollaufnahme
- Fast alle Abgleiche <0,5mm, Rotation bis 0,3° Abweichung

Tischwinkel	270°	315°	0°	45°	90°
lng [mm]	-0,1	-0,3	0,1	0,2	0,5
lat [mm]	0,3	0,2	-0,1	-0,4	-0,1
rot	-0,3°	0,1°	-0,1°	-0,1°	-0,2°



# SGRT ausreichend für SIMT SRS?

Received: 28 June 2021 | Revised: 10 January 2022 | Accepted: 12 February 2022

DOI: 10.1002/acm2.13576

RADIATION ONCOLOGY PHYSICS

JOURNAL OF APPLIED CLINICAL  
MEDICAL PHYSICS

**End to end comparison of surface-guided imaging versus stereoscopic X-rays for the SRS treatment of multiple metastases with a single isocenter using 3D anthropomorphic gel phantoms**

Victoria Bry<sup>1</sup> | Daniel Saenz<sup>1</sup> | Evangelos Pappas<sup>2</sup> | Georgios Kalaitzakis<sup>3</sup> | Nikos Papanikolaou<sup>1</sup> | Karl Rasmussen<sup>1</sup>

- Vergleich von C-RAD Catalyst HD und Brainlab Exactrac
- Diskrepanz war  $<1$  mm in den räumlichen Achsen und  $<0.5^\circ$  Winkel für nicht-coplanare Tischwinkel
- Vergleichbare Ergebnisse in der Dosimetrie (3D-Polymer-Gel)

# SGRT ausreichend für SIMT SRS?


Received: 15 February 2024 | Revised: 5 August 2024 | Accepted: 20 August 2024

DOI: 10.1002/acm2.14510

RADIATION ONCOLOGY PHYSICS

JOURNAL OF APPLIED CLINICAL  
MEDICAL PHYSICS

**New findings on clinical experience on surface-guided radiotherapy for frameless non-coplanar stereotactic radiosurgery treatments**

Patricia Sánchez-Rubio  | Ruth Rodríguez-Romero | María Pinto-Monedero | Luis Alejo-Luque | Jaime Martínez-Ortega

- Zwei verschiedene Typen Open-Face-Mask wurden verglichen mit CBCT und AP MV (G0°)
- SGRT: AlignRT
- Die SGRT-Korrekturen waren im Durchschnitt kleiner als die von CBCT detektierten ( $\leq 0.5$  mm /  $0.1^\circ$ )
- Trade-off: mehr Gesichtsfläche -> stabilere Überwachung wenn nicht alle Kameras freien Blick haben -> aber mehr Bewegung des Patienten möglich

# MRT QA - Literatur

Strahlentherapie und Onkologie (2024) 200:1–18  
<https://doi.org/10.1007/s00066-023-02183-6>

REVIEW ARTICLE



Quality requirements for MRI simulation in cranial stereotactic radiotherapy: a guideline from the German Taskforce “Imaging in Stereotactic Radiotherapy”

Florian Putz<sup>1</sup>  · Michael Bock<sup>2</sup> · Daniela Schmitt<sup>3</sup> · Christoph Bert<sup>1</sup> · Oliver Blanck<sup>4</sup> · Maximilian I. Ruge<sup>5</sup> · Elke Hattingen<sup>6</sup> · Christian P. Karger<sup>7,8</sup> · Rainer Fietkau<sup>1</sup> · Johanna Grigo<sup>1</sup> · Manuel A. Schmidt<sup>9</sup> · Tobias Bäuerle<sup>10</sup> · Andrea Wittig<sup>11</sup>

Received: 1 September 2023 / Accepted: 6 November 2023 / Published online: 2 January 2024  
© The Author(s) 2023

- Guideline 2023 erschienen
- Fordert End-to-End-Test inkl. MRT
- 3D-Verzeichniskorrektur
- Abweichung quantifizieren



# MRT QA - Literatur

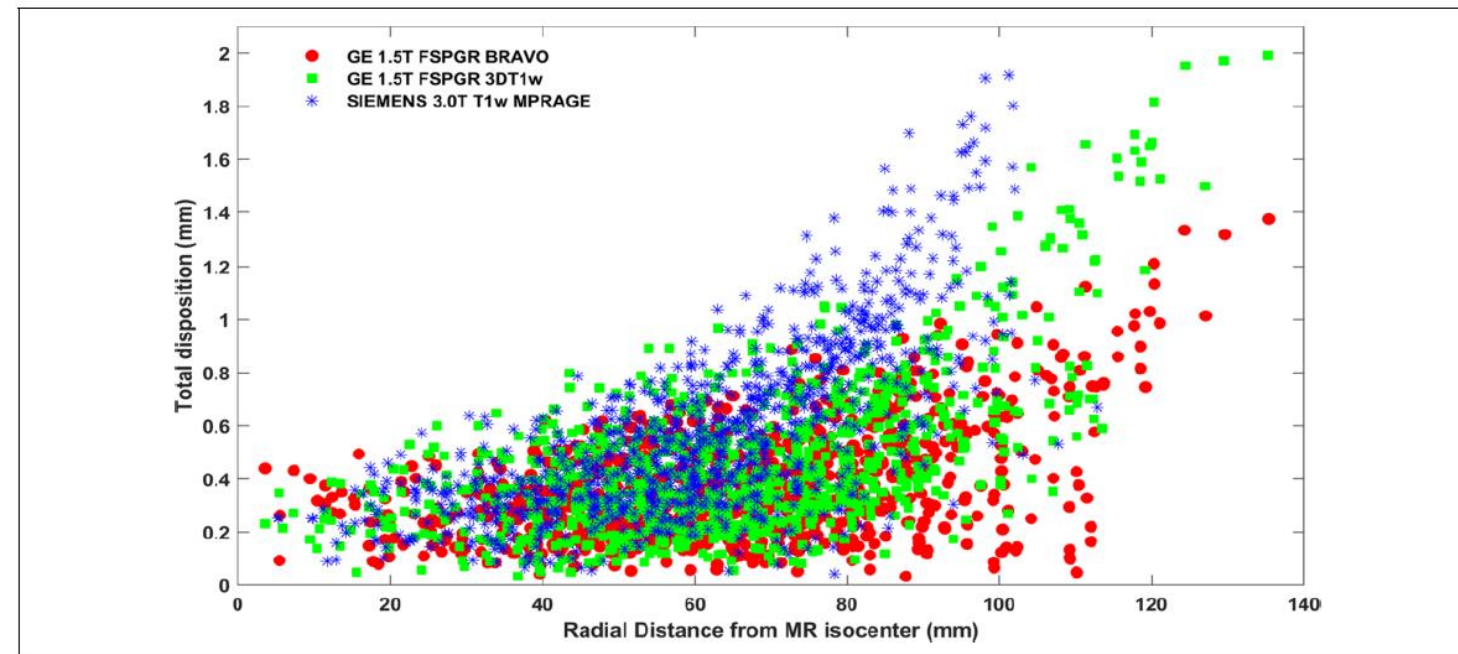
Größe der Abweichung  
geeigneter Protokolle:

- Wächst mit Abstand zum Bildgebungsisozentrum
- Ist abhängig vom Protokoll
- Zehntel-mm bis 2mm nur im Kopf-Bereich (mit 3D-Korr)

## MRI-Related Geometric Distortions in Stereotactic Radiotherapy Treatment Planning: Evaluation and Dosimetric Impact

Technology in Cancer Research & Treatment  
2017, Vol. 16(6) 1120–1129  
© The Author(s) 2017  
Reprints and permission:  
sagepub.com/journalsPermissions.nav  
DOI: 10.1177/1533034617735454  
journals.sagepub.com/home/tct  

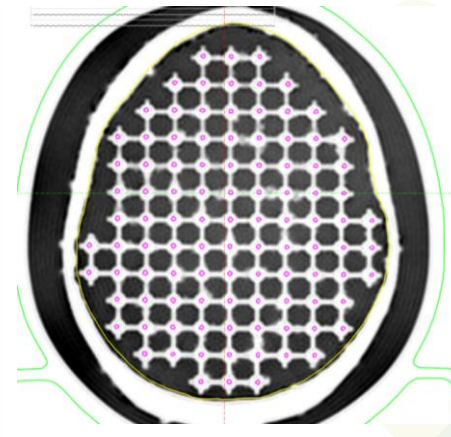
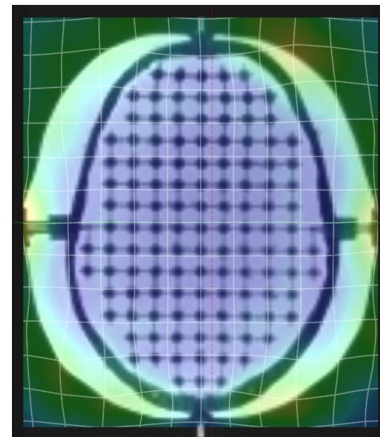
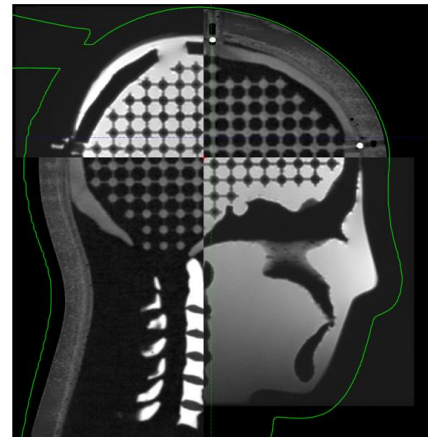

Eleftherios P. Pappas, MSc<sup>1</sup>, Mukhtar Alshantqity, PhD<sup>2</sup>, Argyris Moutsatsos, PhD<sup>1</sup>,  
Hani Lababidi, MD<sup>2</sup>, Khalid Alsafi, PhD<sup>3</sup>, Konstantinos Georgiou, MD<sup>1</sup>,  
Pantelis Karaiskos, PhD<sup>1</sup>, and Evangelos Georgiou, MD<sup>1</sup>



**Figure 3.** Total geometric distortion detected at all 947 CP locations for the 3 clinically used imaging protocols. Results are presented against radial distance from the corresponding MR scanner's isocenter. CP indicates control point; MR, magnetic resonance.

# MRT QA - Landshut

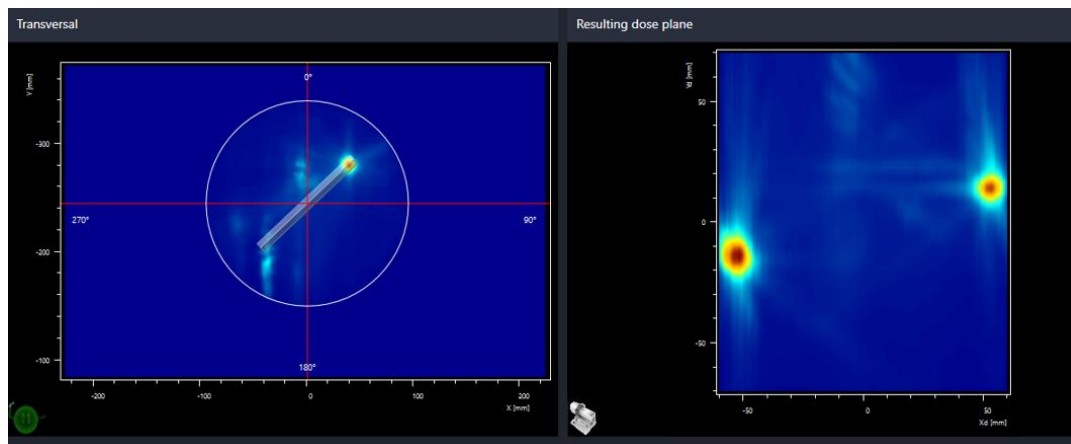
- Bilder jünger als 7d und 3D-Verzeichniskorrigiert
- Abgleich mit KM-CT von Gefäßen, Gyri, Target
- Nur „bekannte“ MRT mit vorgegebenen Sequenzen
- Aktuell werden Zuweiser besucht und die Bilder ausgewertet



# Patientenspezifische QA - Landshut

## myQA SRS von IBA Dosimetry

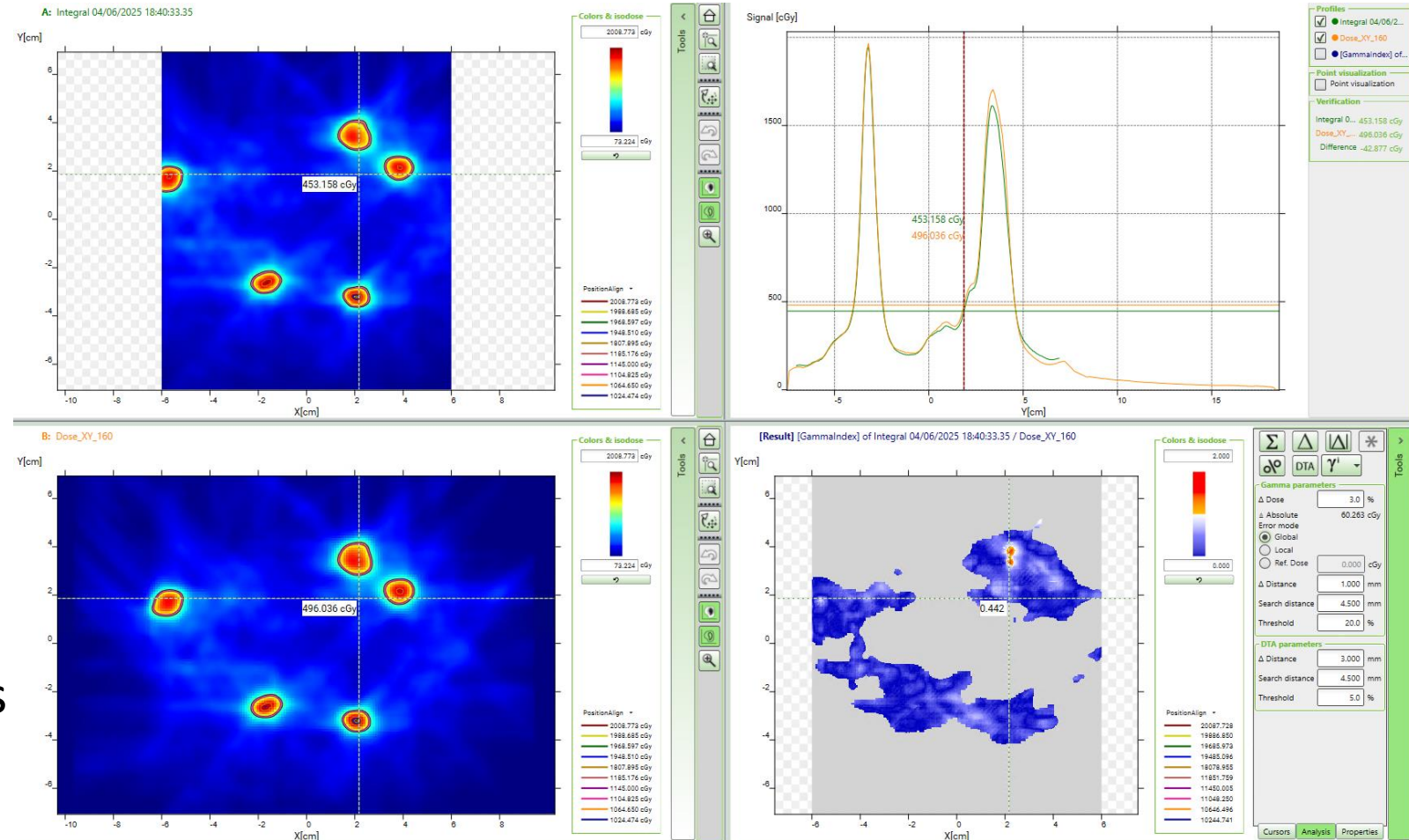
- inkl. Tischwinkel verifizierbar, resultierende Dosis repräsentiert gut die des Patienten
- Messebene kann rotiert werden -> mehrere PTV auf einmal messbar
- Sehr hohe Auflösung – 0,4mm – Filmqualität
- Detektorgröße von 12cm x 14cm



# Patientenspezifische QA - Landshut

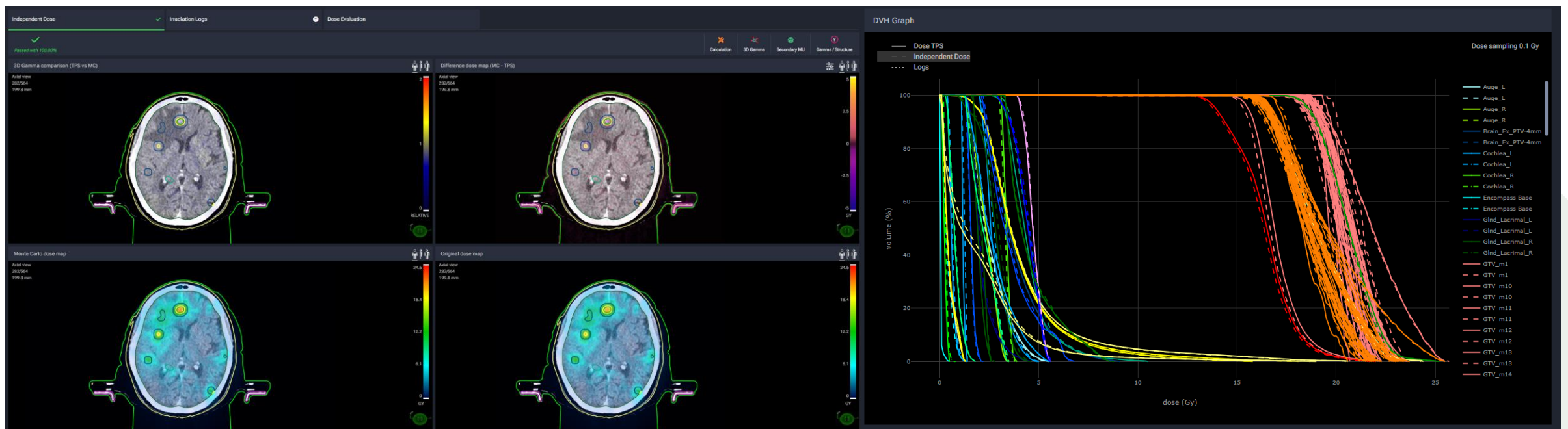
## Gamma-Kriterium

- 3% / 1mm, Threshold 20% Passrate >95%
- Messen der Ebene mit den meisten Metastasen
- Zusätzlich Nachberechnung mit unabhängigen Algorithmus



# Patientenspezifische QA - Landshut

- Nachberechnen der Pläne mit Monte Carlo (myQA iON)



# Patientenspezifische QA - Landshut

- Nicht Mittel der Wahl: Portal-Dosimetrie
- Portaldosimetrie hat Schwächen bei der Vorhersage von Transmission und kleinen MLC-Öffnungen - das Ansprechen des Detektors ändert sich mit der Photonen-Energie

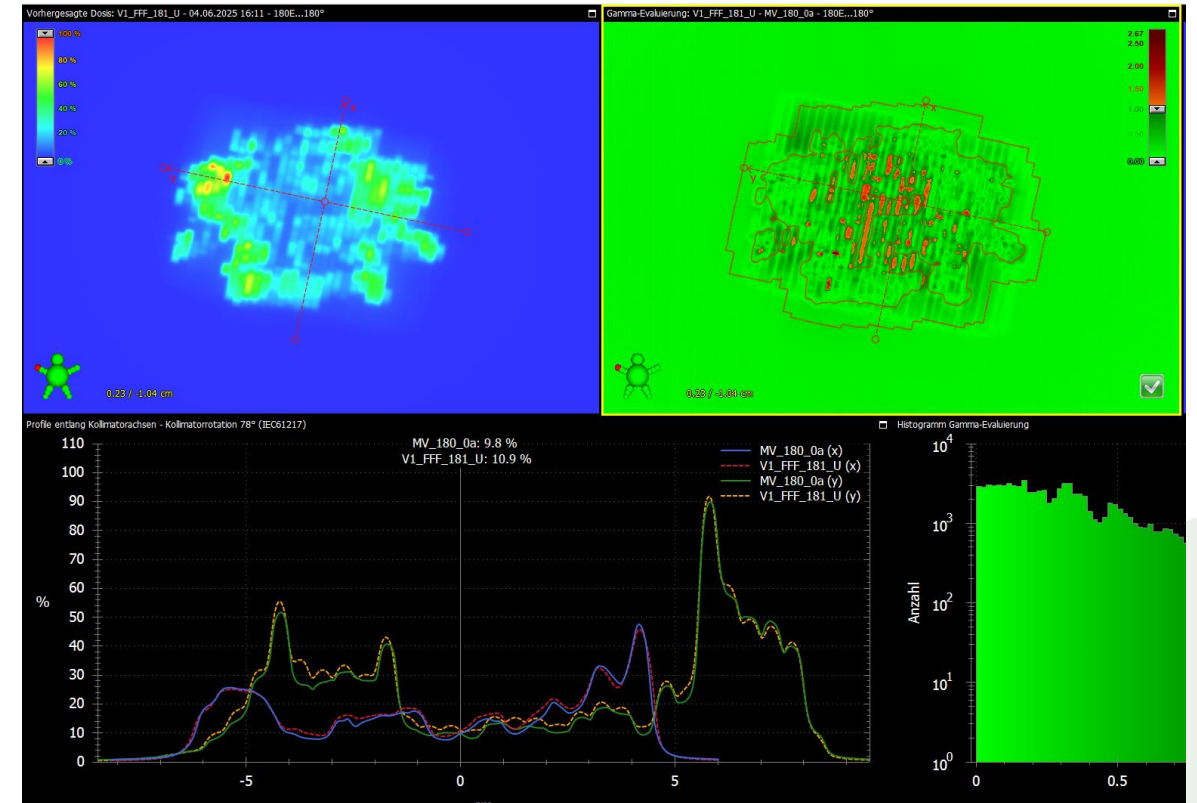
Received: 24 January 2022 | Revised: 18 May 2022 | Accepted: 4 June 2022  
 DOI: 10.1002/acm2.13710

RADIATION ONCOLOGY PHYSICS

JOURNAL OF APPLIED CLINICAL  
 MEDICAL PHYSICS

Portal dosimetry correction method for validation of single isocenter VMAT plans for multiple brain metastases

Ronald J. Lalonde | M. Saiful Huq





LA-Regio Kliniken

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Bei Fragen kontaktieren Sie mich gern per Mail.

[marie.zeidler@la-regio-klinken.de](mailto:marie.zeidler@la-regio-klinken.de)

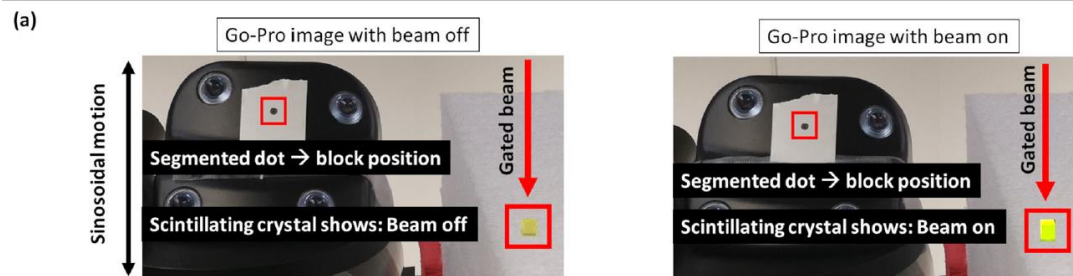
# SGRT QA - Literatur

- AAPM task group report 302 und 147 zu surface-guided radiotherapy
- Prüfkriterien:
  - Räumlicher Drift:  $\leq 2$  mm in 1 h;  $\leq 1$  mm after stabilizing
  - Reproduzierbarkeit: Phantomposition mit Offset korrigieren:  $\leq 1$  mm for SRS/SBRT
  - Latenz für Beam-hold:  $\leq 100$ ms
  - Koinzidenz aller Bildgebungsisozentren:  $\leq 1$  mm for SRS/SBRT
  - End-to-End-Test  $\leq 1$  mm, 1%
  - Winston-Lutz inkl. SGRT



# SGRT QA

- Räumlicher Drift: Kameras sollten schon eine Weile laufen, thermische Stabilität
- Reproduzierbarkeit: Phantomposition mit definiertem Offset korrigieren, z.B. 1cm in allen Achsen
- Latenz für Beam-hold:  $\leq 100\text{ms}$ 
  - A simple method to measure the gating latencies in photon and proton based radiotherapy using a scintillating crystal, Asben at al 2022, DOI: 10.1002/mp.16418



- Koinzidenz aller Bildgebungsisozentren:  $\leq 1\text{ mm}$  for SRS/SBRT
- End-to-End-Test  $\leq 1\text{ mm}$ , 1%, Winston-Lutz inkl. SGRT

# Workflow Bildgebung Klinikum Landshut

- Lagerung mit SGRT
- Korrektur mit CBCT
- Kontrolle mit MV-kV
- Bestrahlung bei Tisch 0°
- Neuen Tischwinkel anfahren, Korrektur über SGRT
- Kontrolle mit MV, dann Bestrahlung
- Bei zu viel Abweichung, vor allem vrt / pitch / roll -> Patient in Maske bewegt, neues CBCT bei Tisch 0°

# Ausblick

- End-to-End-Test inkl. SGRT, Gel-Phantom →
- Gesichtsmaske auf myQA SRS?

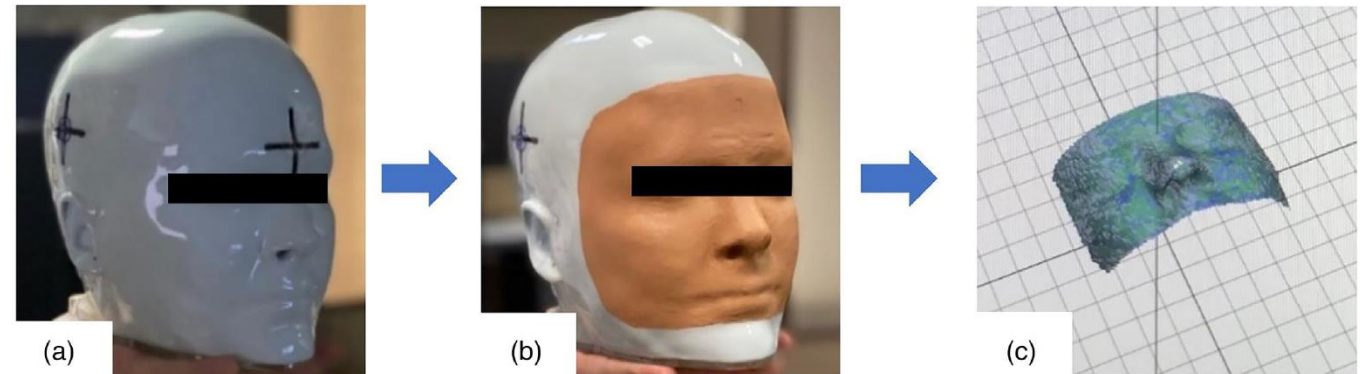
Received: 28 June 2021 | Revised: 10 January 2022 | Accepted: 12 February 2022  
 DOI: 10.1002/acm2.13576

JOURNAL OF APPLIED CLINICAL  
 MEDICAL PHYSICS

## RADIATION ONCOLOGY PHYSICS

### End to end comparison of surface-guided imaging versus stereoscopic X-rays for the SRS treatment of multiple metastases with a single isocenter using 3D anthropomorphic gel phantoms

Victoria Bry<sup>1</sup> | Daniel Saenz<sup>1</sup> | Evangelos Pappas<sup>2</sup> | Georgios Kalaitzakis<sup>3</sup> | Nikos Papanikolaou<sup>1</sup> | Karl Rasmussen<sup>1</sup>



**FIGURE 2** Anthropomorphic (Prime) head phantom (a) without and (b) with makeup foundation applied (c) and the region the surface imaging cameras were able to track with the addition of the makeup foundation. The prime phantom is completely personalized according to patient data and may be recognizable with the addition of the makeup foundation. This head phantom literally represents a patient's internal bone structures for image guidance and external surface, which is important for surface guidance