

# DEEP INSPIRATION BREATH HOLD MIT ALIGNRT BEI MAMMA CA



**21. März 2026**

Audrey Hendricks  
Stv. Leitende Radiologiefachpersonen  
Kantonsspital Winterthur

# Interessenkonflikt

- Unsere Klinik ist ein Referenzzentrum für VisionRT
- Keine persönlichen finanziellen Interessenkonflikte offenzulegen

# Lernziele

## Nach dieser Präsentation können die Teilnehmenden:

- Die klinische Rationale für deep inspiration breath hold (DIBH) erklären
- Den diametrischen nutzen bei Mammakarzinom verstehen
- Die Rolle von AlignRT im DIBH-Prozess beschreiben
- Praktische Aspekte, Vorteile, und Herausforderungen diskutieren

# KLINISCHE RATIONALE FÜR DIBH

# Klinische Rational für DIBH

## Warum DIBH?

- **Reduktion der Herzdosis<sup>1,2,3,4</sup>**
- **Reduktion der Lungendosis<sup>1,2,3,4</sup>**
- **Vergrößerung des Abstands Herz-Thoraxwand<sup>1,2,3,4</sup>**

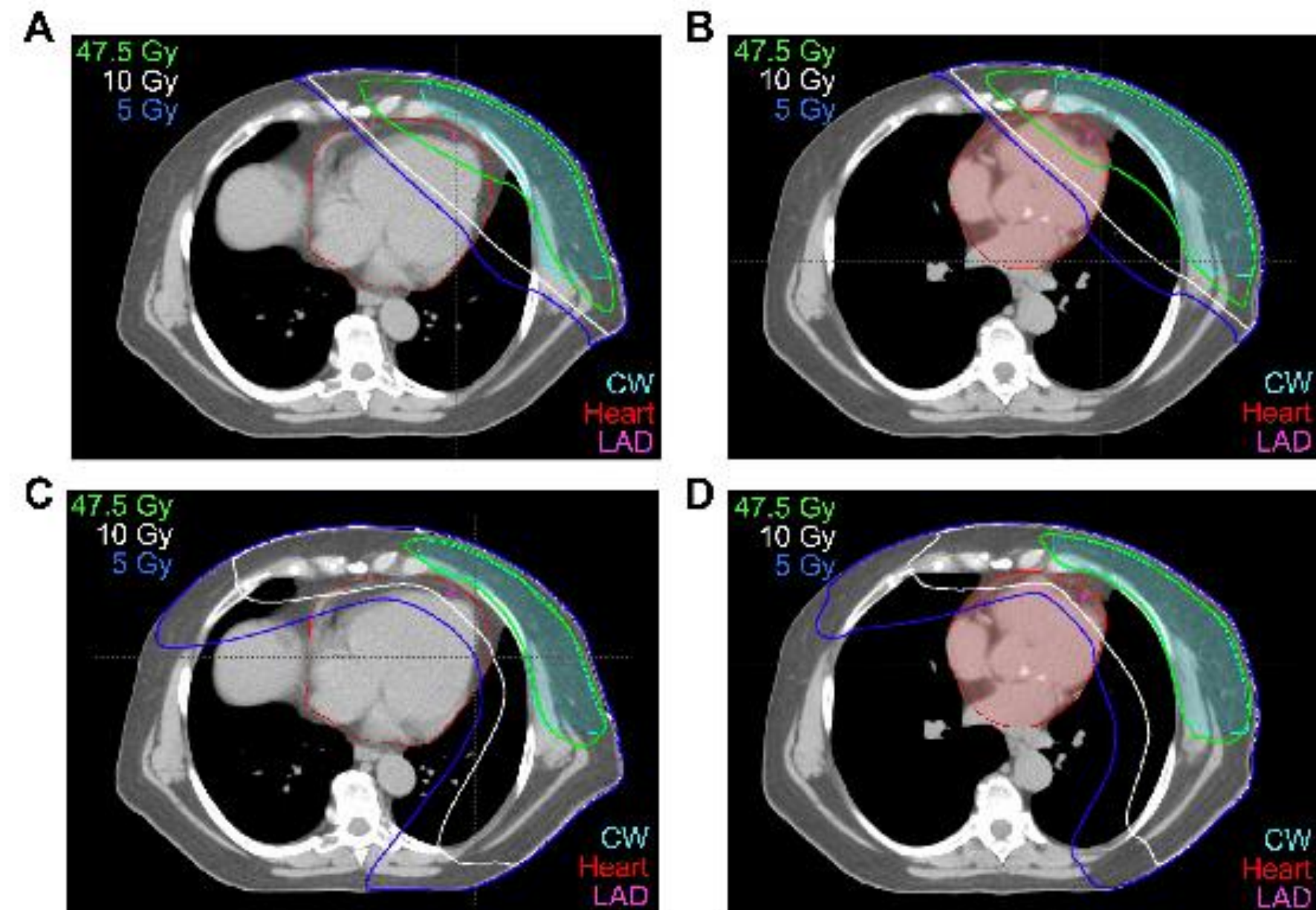
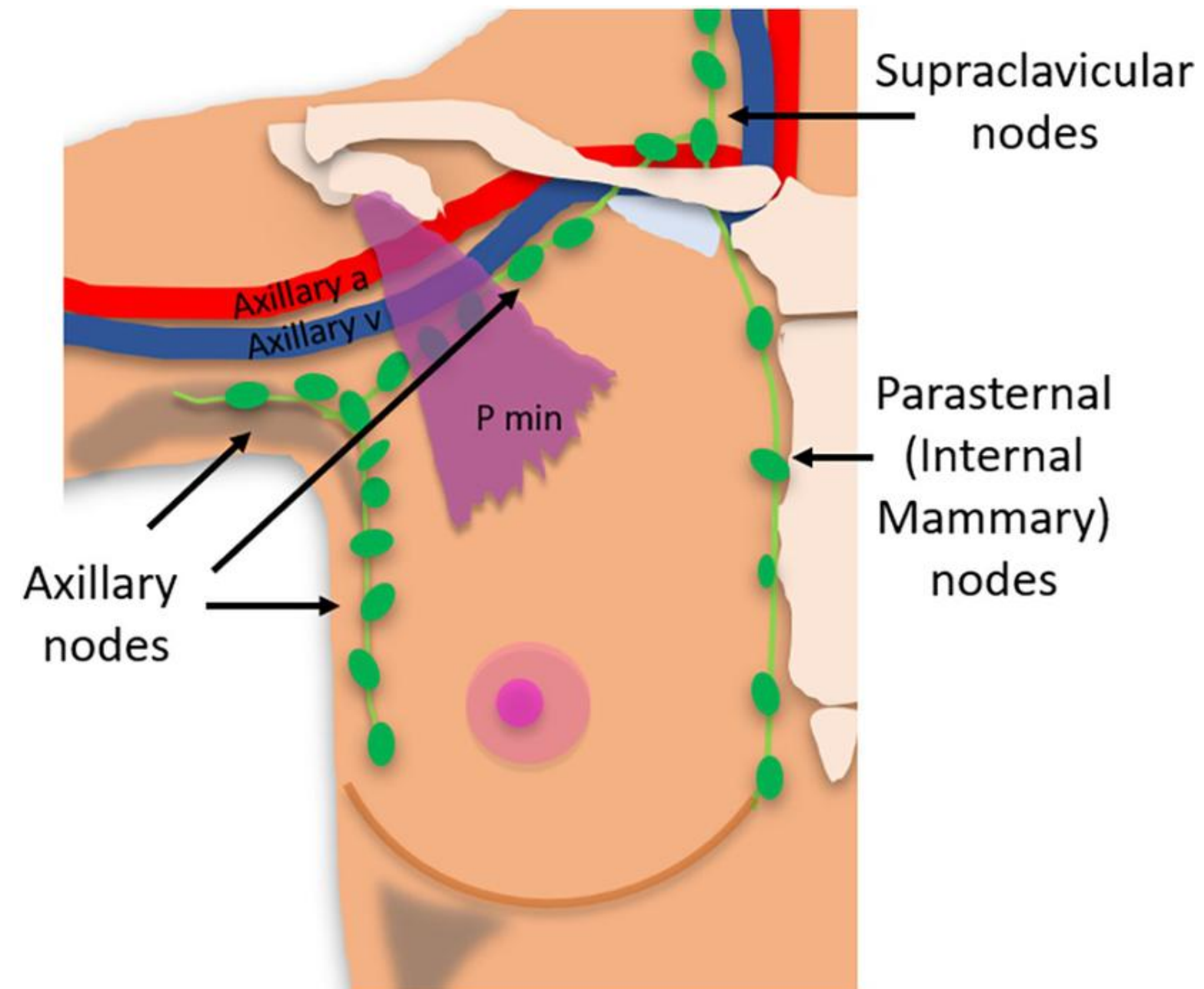


Figure 2 Axial sections with isodose lines for a patient planned for left chestwall and regional nodal treatment (including the internal mammary chain lymph nodes) using four different techniques. (A) Free breathing (FB) 3DCRT. (B) DIBH 3DCRT. (C) FB VMAT. (D) DIBH VMAT.

# Klinische Rational für DIBH

## Patientenselektion



- **Mit DIBH?**
  - Linksseitiges Mammakarzinom <sup>1</sup>
  - Bestrahlung der Lymphabflusswege (IMA) Links oder Rechts <sup>1</sup>
  - Sehr junge Patienten
- **Ohne DIBH?**
  - Anatomisch ungünstige Ausgangssituation <sup>3</sup>
    - Kein signifikanter diametrischer Vorteil mit DIBH
  - Kontraindikationen / Einschränkungen
    - Patient kann den Atem nicht anhalten
    - Lungen- oder Herzerkrankung
    - Angst
    - Sprachbarriere
    - Inkonsistente Atemzüge

# Klinische Rational für DIBH

## Evidenzlage

- **Reduktion der mittleren Herzdosis (MHD)+ Left anterior descending artery (LAD) Dosis<sup>1, 2, 3</sup>**
- **Zusammenhang zwischen Herzdosis und kardiovaskulärem Risiko<sup>1, 2, 3, 4</sup>**
  - 4-16% erhöhtes Risiko für schwere koronare Ereignisse pro Gray ob MHD<sup>4</sup>

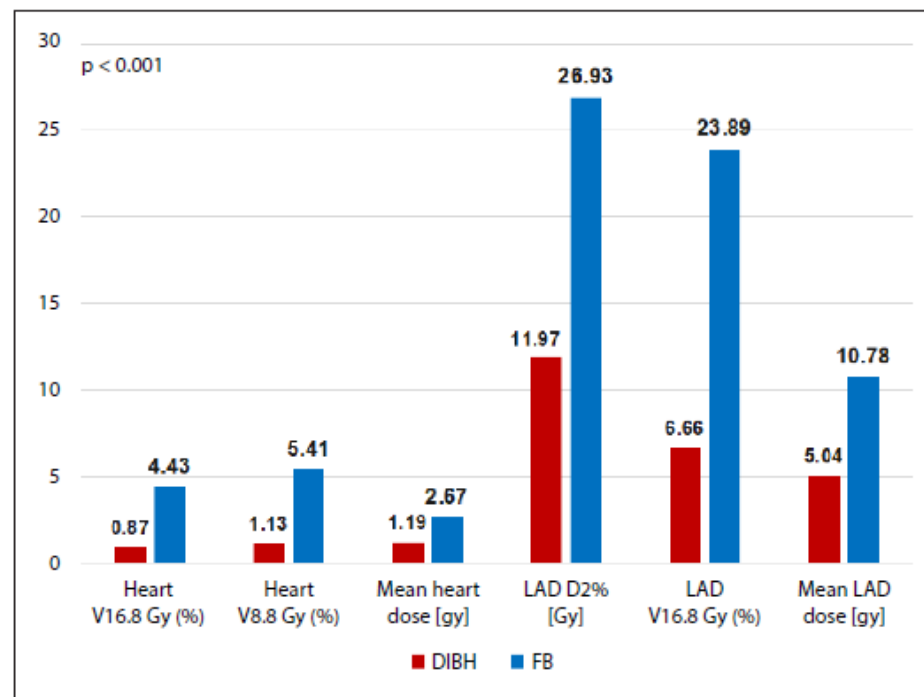
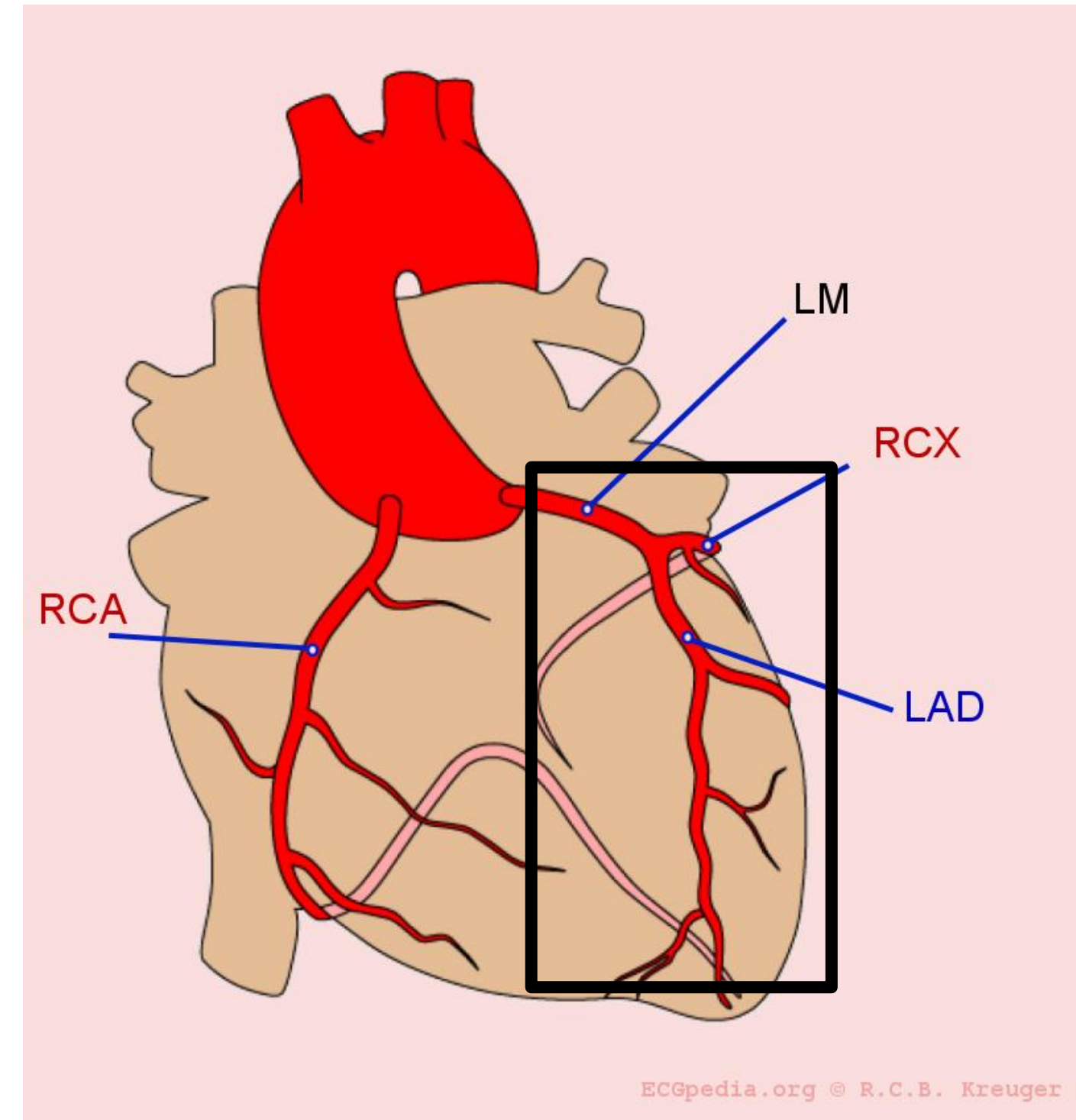


Figure 1. Heart and left anterior descending coronary artery (LAD) parameters had a difference with statistical significance in favor of deep inspiration breath hold (DIBH) planning



# GRUNDLAGEN VON DIBH

# Grundlagen von DIBH

## Physiologischer Hintergrund

Inspiration → Lungenvolumen ↑<sup>1,2,3</sup>

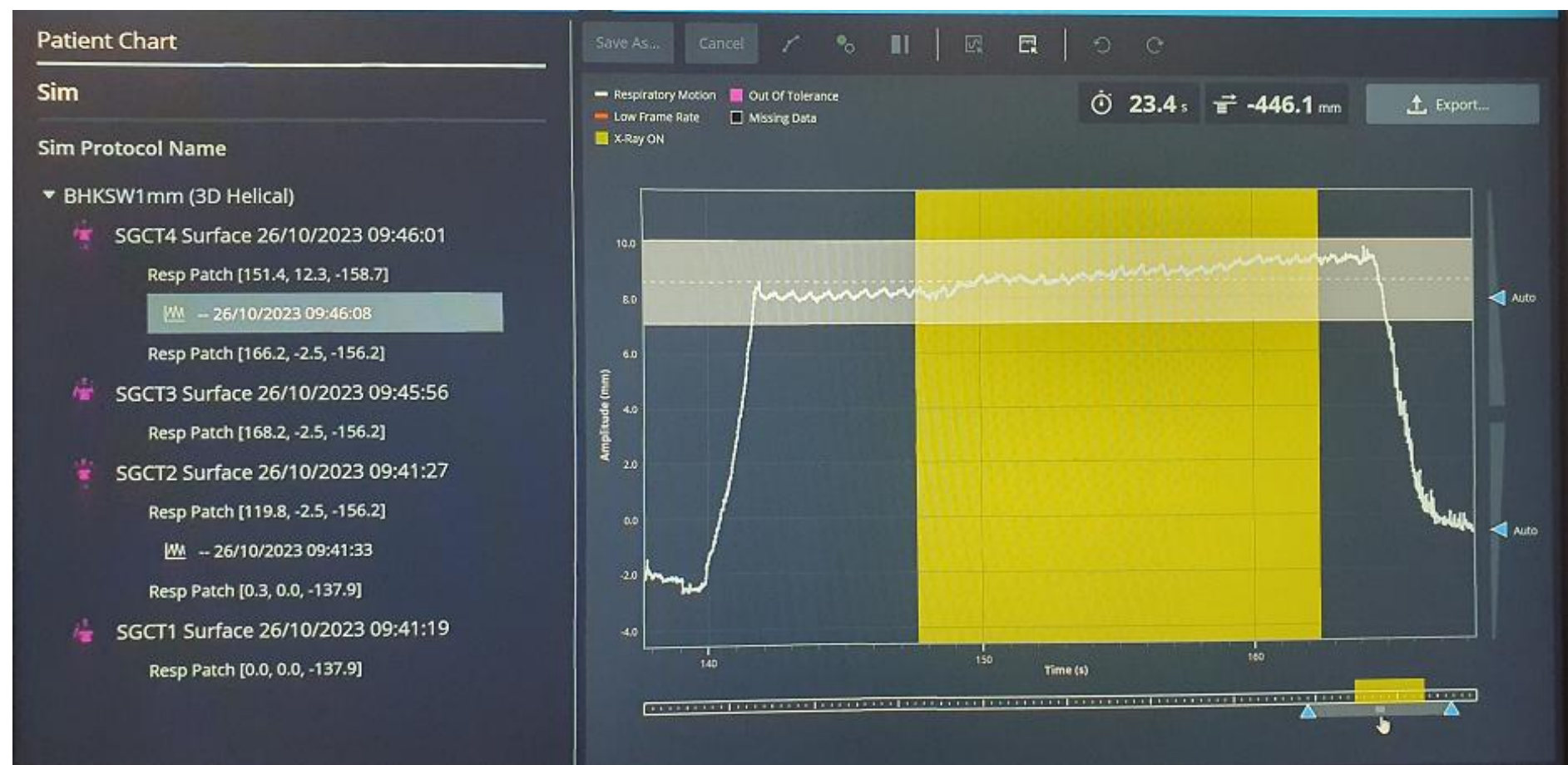
Herzverlagerung nach dorsal /  
kaudal<sup>1,2,3</sup>

Erhöhter Abstand zum Zielvolumen<sup>1,2,3</sup>



# Grundlagen von DIBH

## Anforderungen an die Reproduzierbarkeit

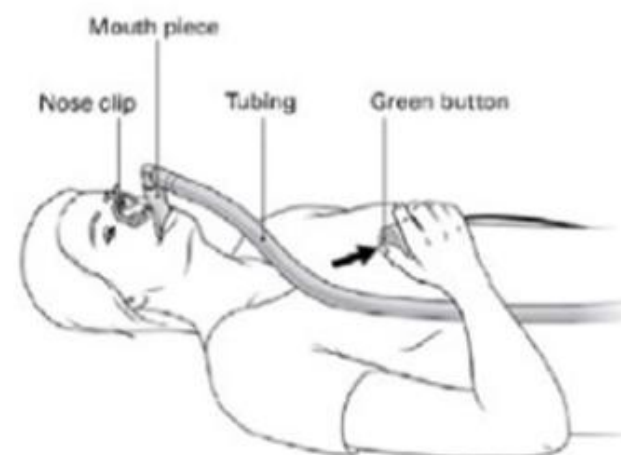


- **Stabiler Atmenhalt**
  - Coaching erforderlich
  - Mindestens 20 Sekunden halten
- **Intra- und interfraktionelle Reproduzierbarkeit**
  - Intra – Thoraxwand + Herz in der gleiche Position (derselbe Tag)
  - Inter – Montag wie Dienstag?
- **Konstantes Atemniveau**
  - Gleiche stabile Haltung nach 3-4 Versuchen

# Grundlagen von DIBH

## Vergleich zu anderen Techniken

- **Free Breathing (FB)**
  - Einfach und universell einsetzbar
- **DIBH (z. B. RPM oder SGRT)**
  - Gute Balance zwischen Herzschutz und Praktikabilität
- **Active Breathing Coordinator (ABC)**
  - Höchste Volumenkontrolle, aber aufwendiger



# ROLLE VON ALIGNRT BEI DIBH

# Rolle von AlignRT bei DIBH

## Was ist AlignRT?

- **Surface Guided Radiation Therapy (SGRT)**
  - AlignRT
- **Oberflächenbasiertes, nicht-ionisierendes Tracking**
- **Echtzeit-Überwachung**



# Rolle von AlignRT bei DIBH

Unterstützung von DIBH durch AlignRT

**Echtzeit-Monitoring der Patientenoberfläche**

**Definition von Toleranz (Gating Window)**

**Automatische Strahlunterbrechung bei Toleranzüberschreitung**

**Visuelles Feedback für Patienten**



# AlignRT Workflow

- 1. Planung CT**
- 2. Vorbereitung der Behandlung**
- 3. Einstellung des Patienten**
- 4. Patientenüberwachung**

# Rolle von AlignRT bei DIBH

## Workflow-Planung CT

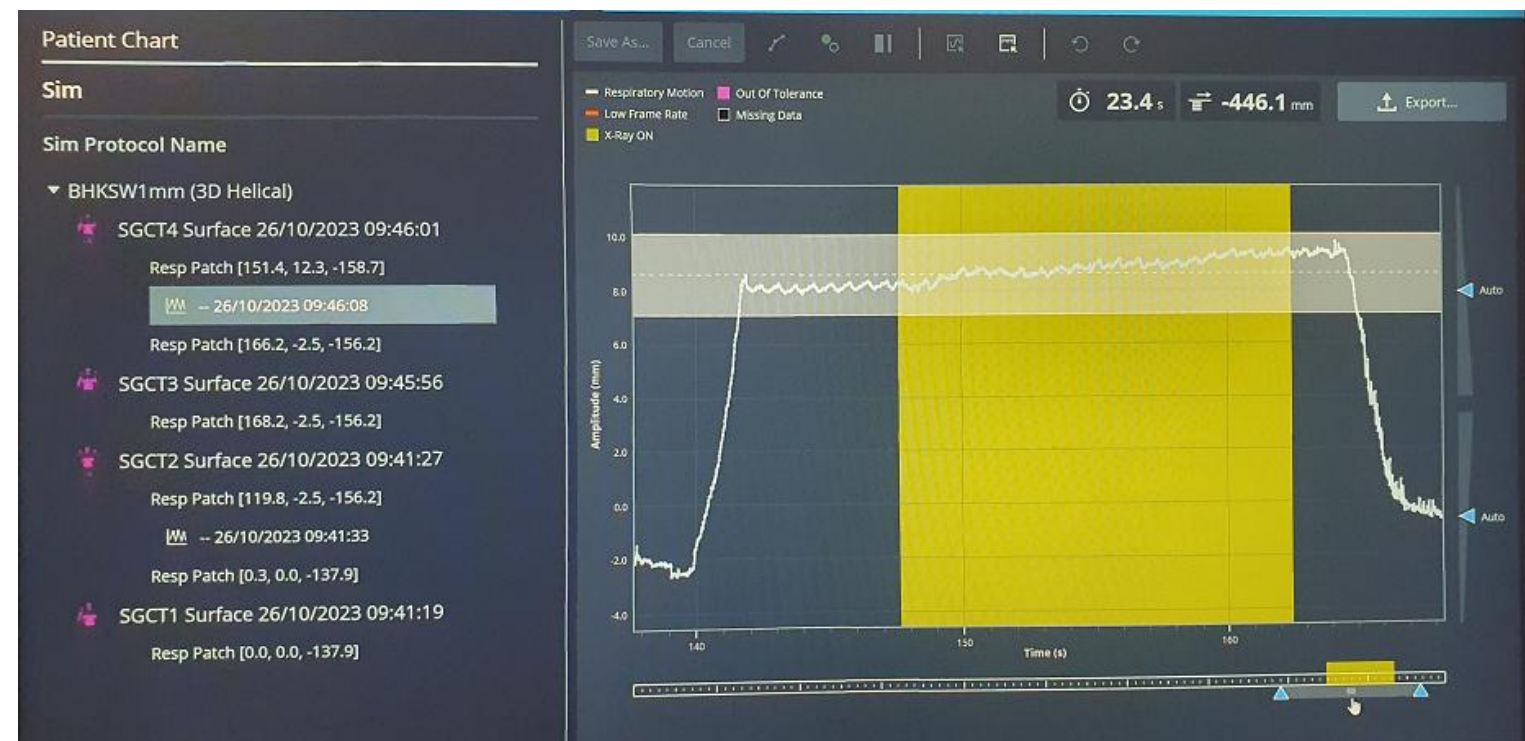


- **Patienten-Coaching**

- Langsam durch die Nase einatmen
- Mit Brustkorb atmen, nicht mit dem Bauch
  - Rücken nicht anheben
- 20 Sekunden halten
  - Dreimal wiederholen
- Wie tief? KSW mindestens 6mm
- Coaching Monitor

- **2 CT Scans gefahren**

- FB CT niedrige Dosis (3mm)
- DIBH CT normal Dosis (2mm)

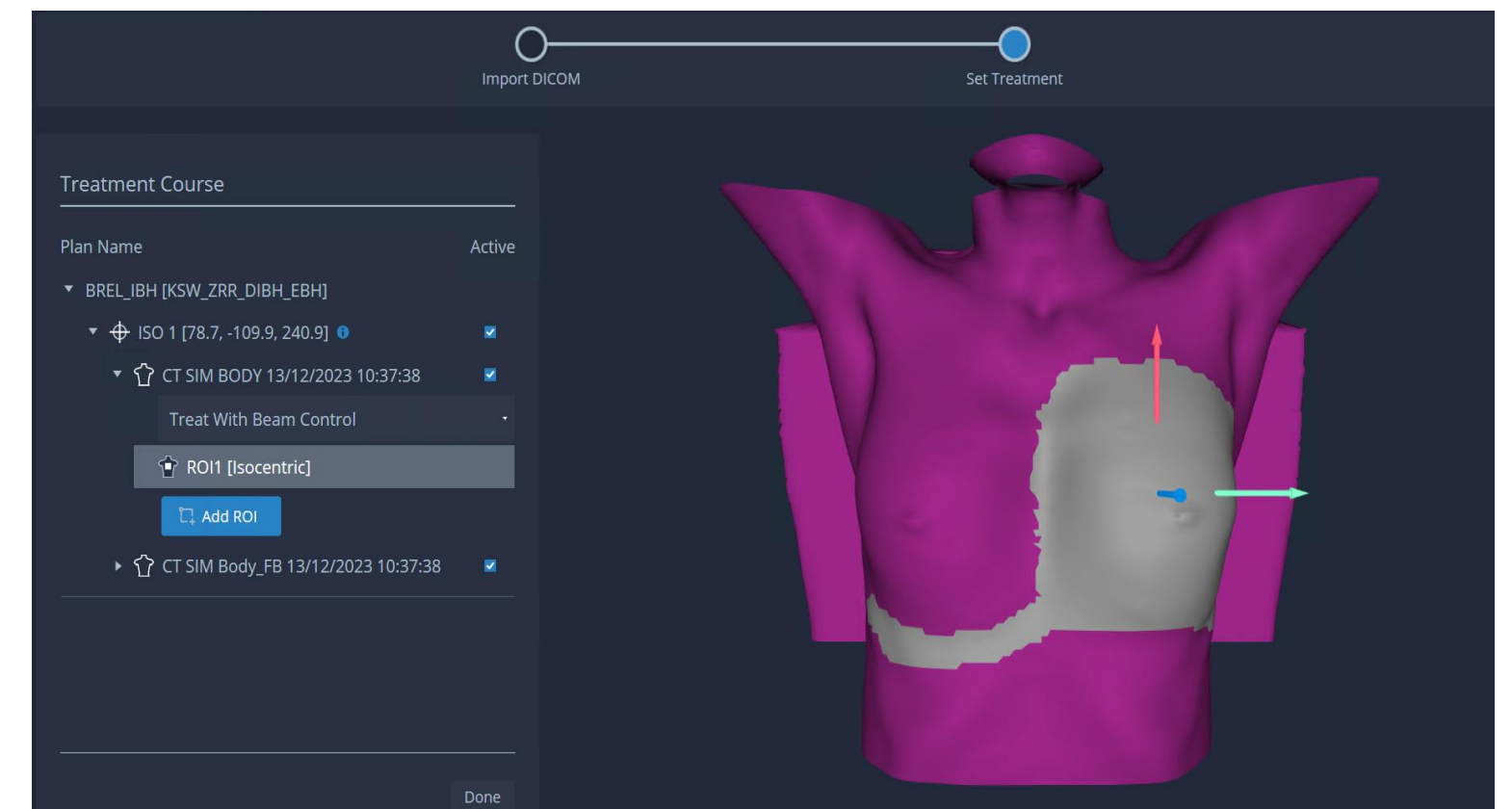
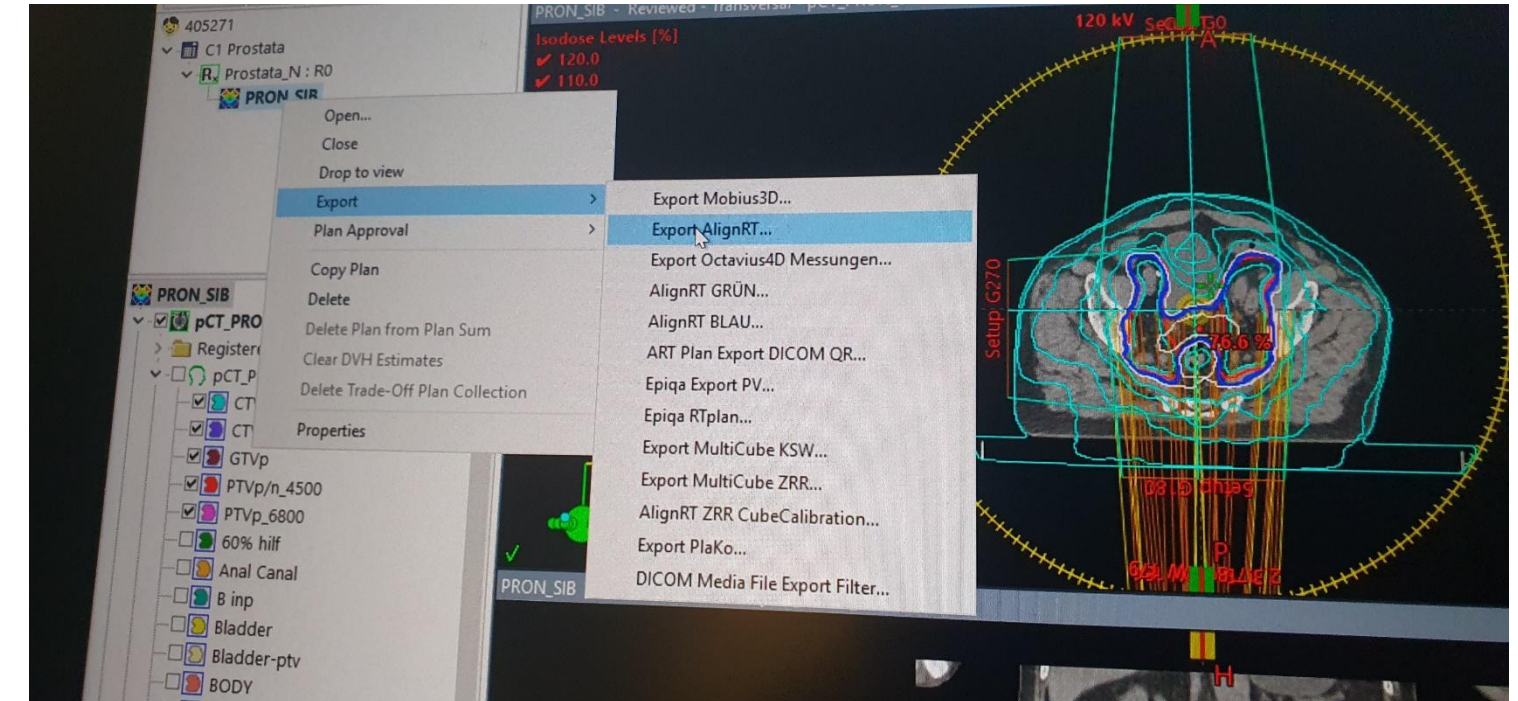


# Rolle von AlignRT bei DIBH

## Workflow-Vorbereitung der Behandlung

### Patient in AlignRT importieren und ROI zeichnen

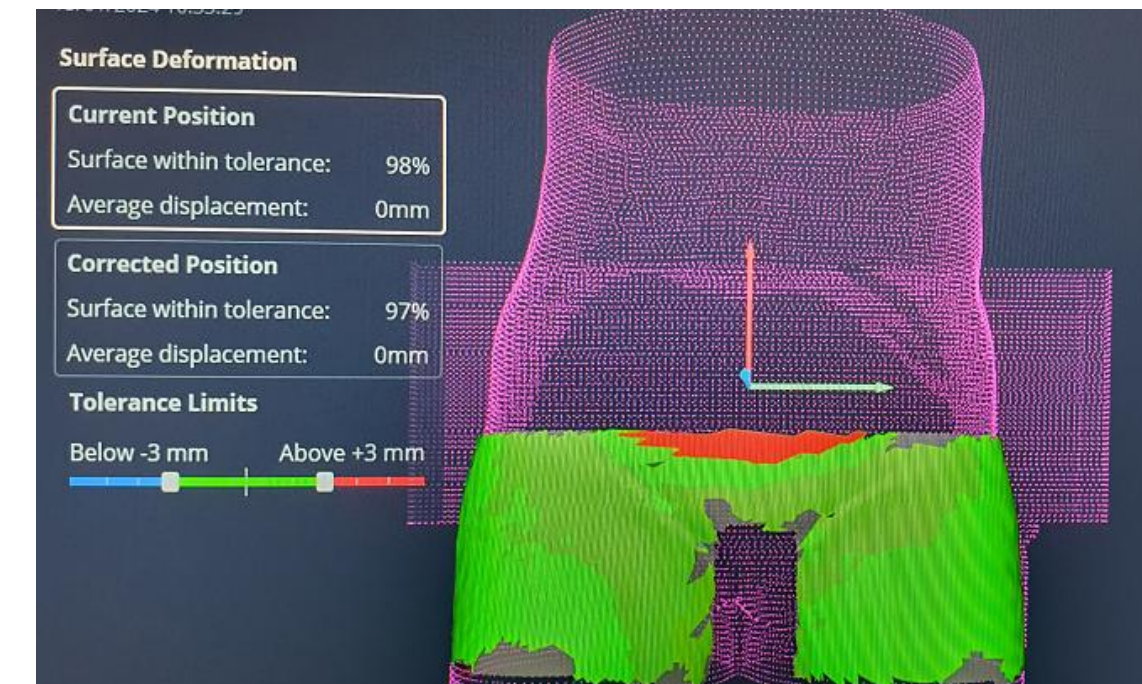
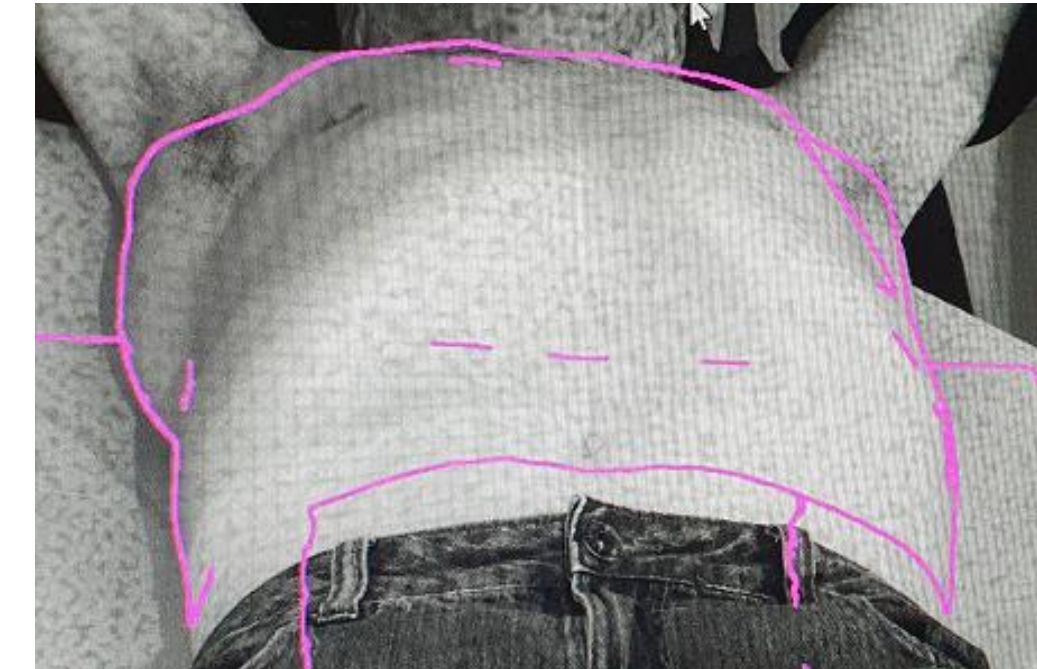
- MTR erstellt von 1.MTR check und überprüft von 2.MTR check
- VisionRT ROI Referenzbuch hauptsächlich
  - Konsistente ROI-Definition
    - Regelmässige interne Workshops
    - In Zukunft: Auto-ROI
- Einige ROIs werden je nach den individuellen Bedürfnissen der Patienten oder unserer Erfahrung etwas anders gemacht



# Rolle von AlignRT bei DIBH

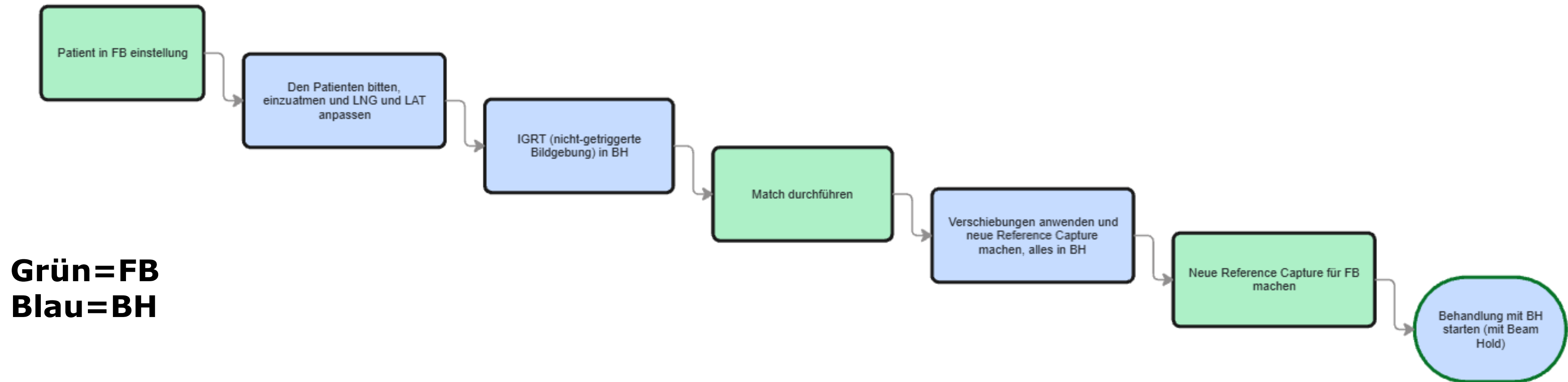
## Workflow-Einstellung des Patienten

- **Patient/Tisch bewegen, bis alle Werte grün sind**
  - Pitch/Roll/Rotation unter  $1,0^\circ$
  - Treatment Capture (bei Bedarf)
  - Send to Couch
  - Surface/Deformation/Video Mode



# Rolle von AlignRT bei DIBH

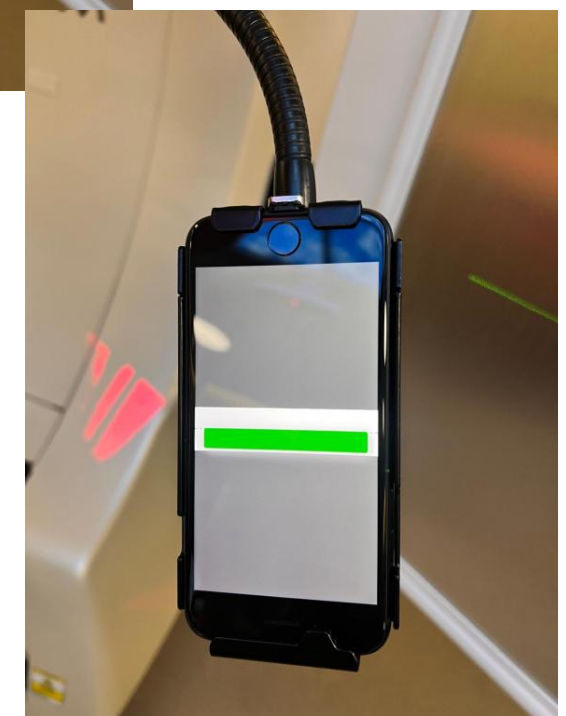
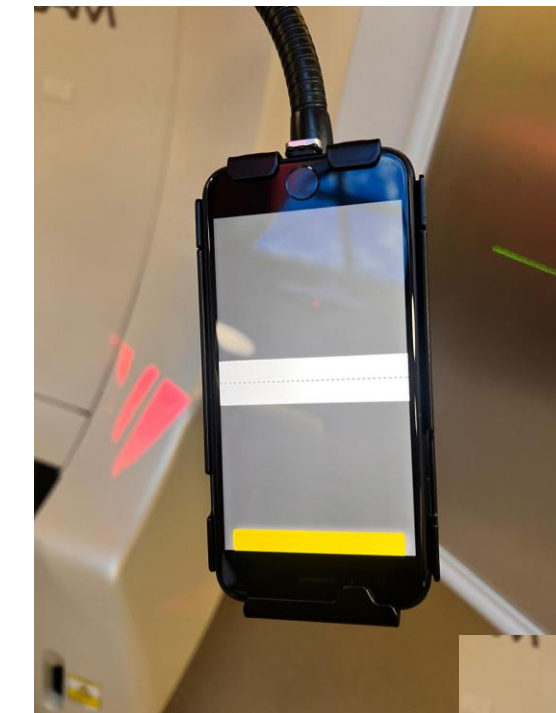
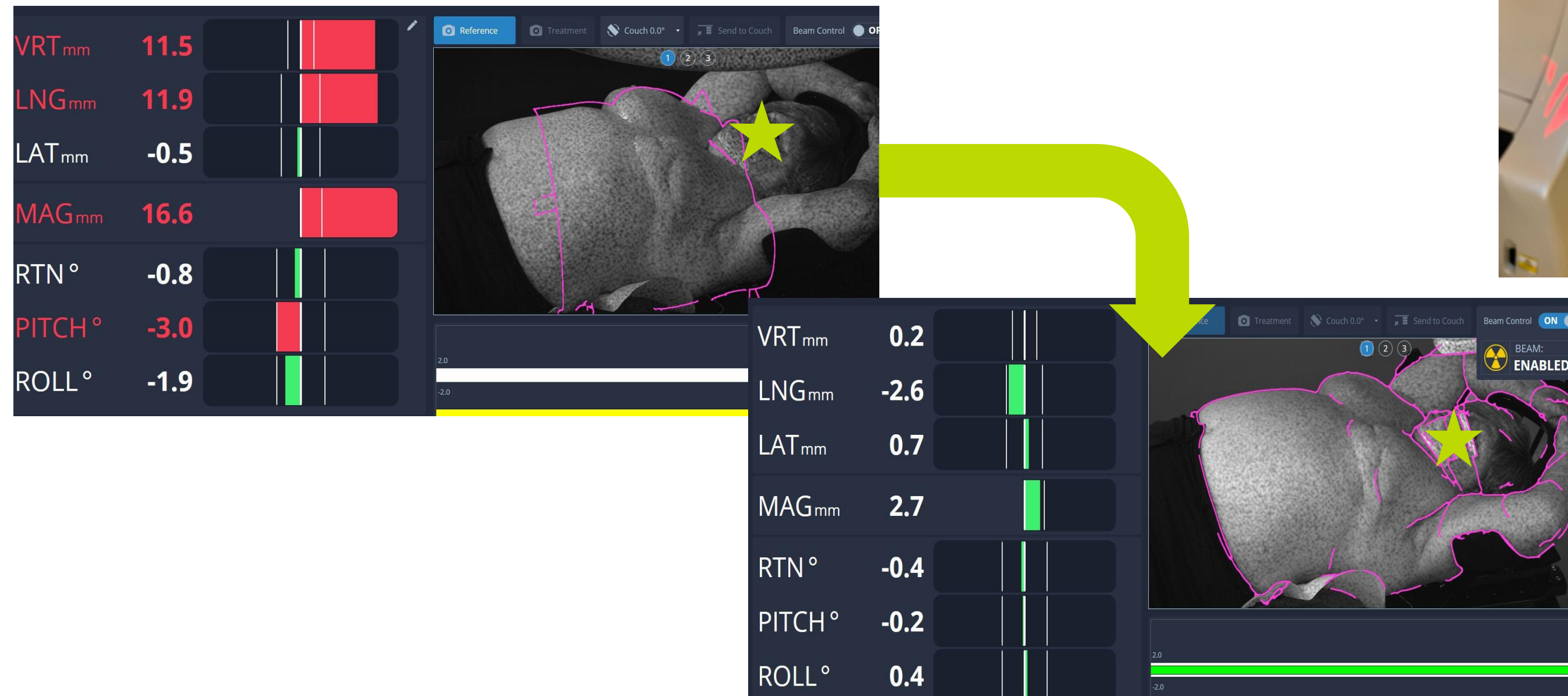
## Workflow-Patientenüberwachung



# Rolle von AlignRT bei DIBH

## Workflow-Patientenüberwachung

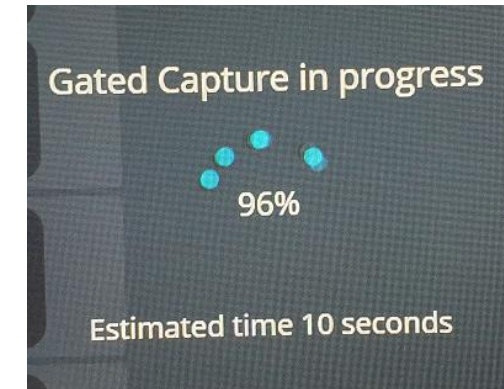
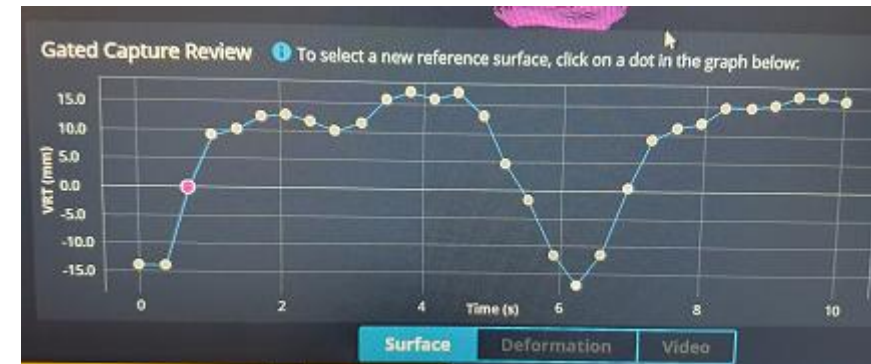
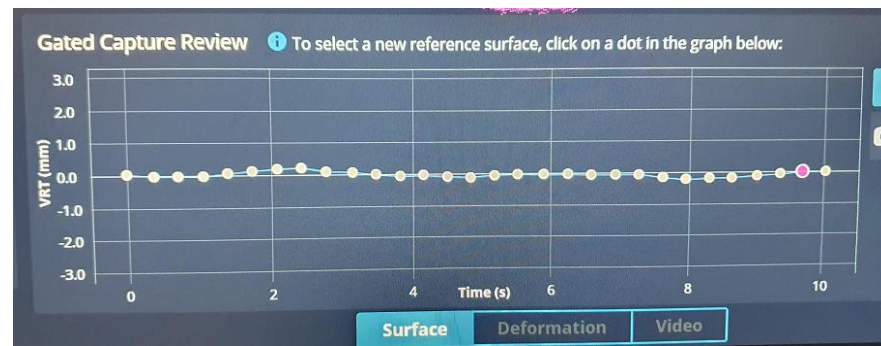
- **DIBH AlignRT**
  - kV nicht automatisch getriggert (MTRs müssen selbst beobachten) aber sie können kV-MV Bilder mit einer Atmung durchführen
  - Für Gating Patienten ist "Center Couch Option" für CBCT nicht optimal
  - Shifts nach Bildgebung müssen in DIBH durchgeführt werden
  - Monitor



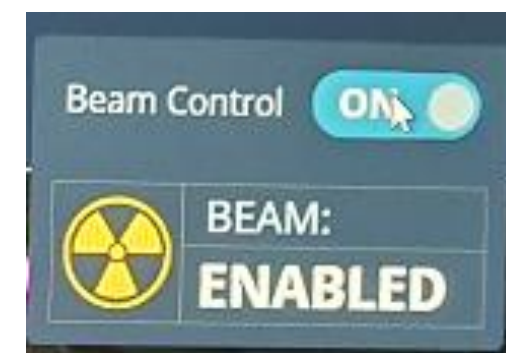
# Rolle von AlignRT bei DIBH

## Workflow-Patientenüberwachung

- **Tägliche Bilder (mit Ausnahme von Hyperthermie-Patienten)**
  - Aufgrund kleinerer Margen
- **Nach dem Bild normale Capture oder Gated Capture?**



- **Mit Beam Control wird die Behandlung unterbrochen, sobald sich der Patient ausserhalb unserer Toleranzen bewegt**



# Rolle von AlignRT bei DIBH

## Klinische Vorteile

- Vorteile
  - Tätowierungsfrei nach 3 Monaten
  - Verbesserte Setup-Genauigkeit
    - Weniger Umlagerung<sup>5,6,7</sup>
    - Arm Position
  - Nur eine Person für die Positionierung des Patienten erforderlich
  - Kontinuierliche Überwachung
    - Eine Strahlunterbrechung erfolgt schneller als eine menschliche Reaktion
    - VisionRT hat die niedrigste Latenz aller SGRT-Anbieter (<100 ms für Gating)<sup>8</sup>
  - Einsparung von Zeit
    - Mamma mit DIBH: Im Durchschnitt 2,54 Minuten weniger pro BH-Patient<sup>7</sup>
  - Erhöhte Patientensicherheit<sup>5,6,7,8</sup>



# Rolle von AlignRT bei DIBH

## Klinische Nachteile

- **Nachteile**

- Das gesamte Material muss aus der Region of interest (ROI) entfernt werden
- Es ist schwieriger für die Kameras, Patienten mit anatomischen Anomalien zu lesen
- Die DIBH Technik kann für manche Patienten eine grössere Herausforderung sein
  - Bauchatmung mehr kompliziert aber möglich (mit 2.ROI für Bestrahlung)<sup>9</sup>
- Wenn das System langsam läuft oder nicht funktioniert, können wir Zeit verlieren



# PRAKTISCHE UMSETZUNG

# Praktische Umsetzung

## Team Training

**Kleingruppentraining mit einem AlignRT-Vertreter (Theorie und Praxis)**

**Material mit Prozess Vorschlägen wie dem ROI-Buch**

**Wir haben im September 2020 zunächst in unserer Klinik in Rüti begonnen**

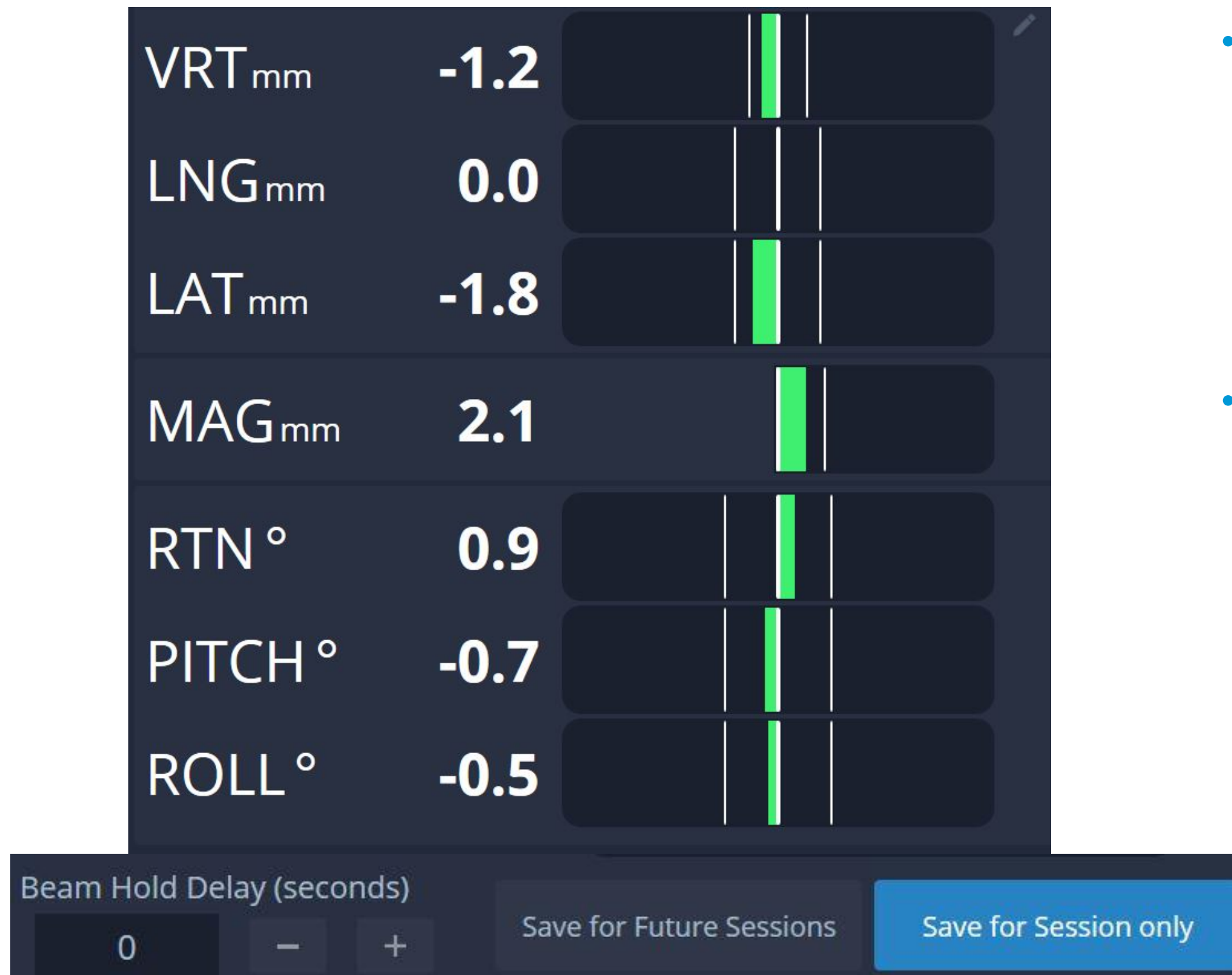
**Das Kantonsspital folgte im Dezember 2021**

- Alle KSW-Mitarbeiter wurden in Rüti geschult



# Praktische Umsetzung

## Toleranzen



- **Typische Toleranzbereiche**

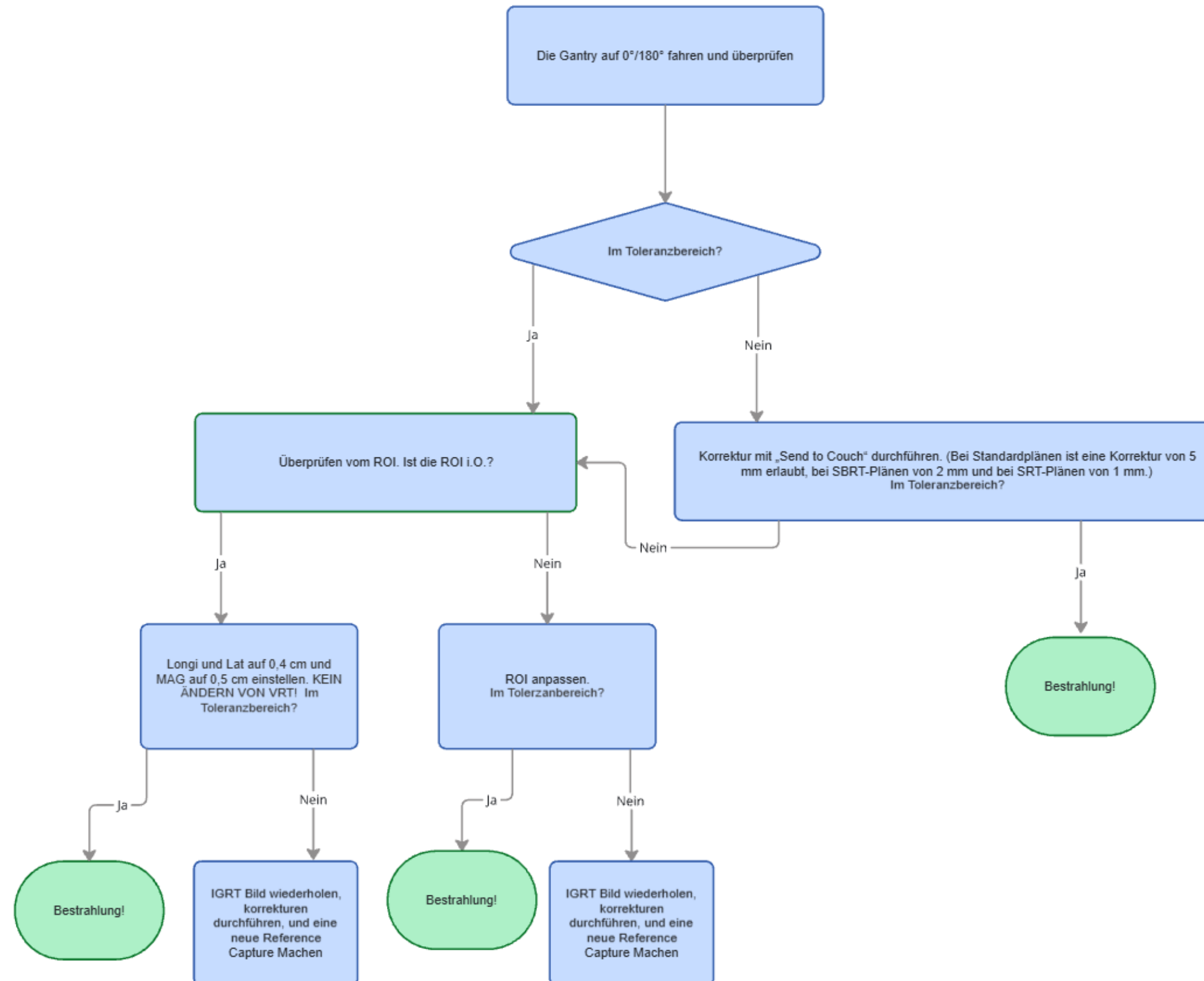
- Standard 3mm
- ORL 2mm
- SBRT 2mm
- SRT Hirn 1mm

- **Standards bei Überschreitung der Toleranz**

- Korrekturen erlaubt mit Send to Couch
  - Standard bis 5mm
  - ORL bis 2mm
  - SBRT bis 2mm
  - SRT Hirn bis 1mm
- Grösse Korrekturen erfordern wiederholte Bildgebung

# Praktische Umsetzung

## Was tun, wenn die Toleranzen überschritten wird?



# Praktische Umsetzung

## Häufige Herausforderungen

### SOP Align RT-Fehlerbehebung/Troubleshooting

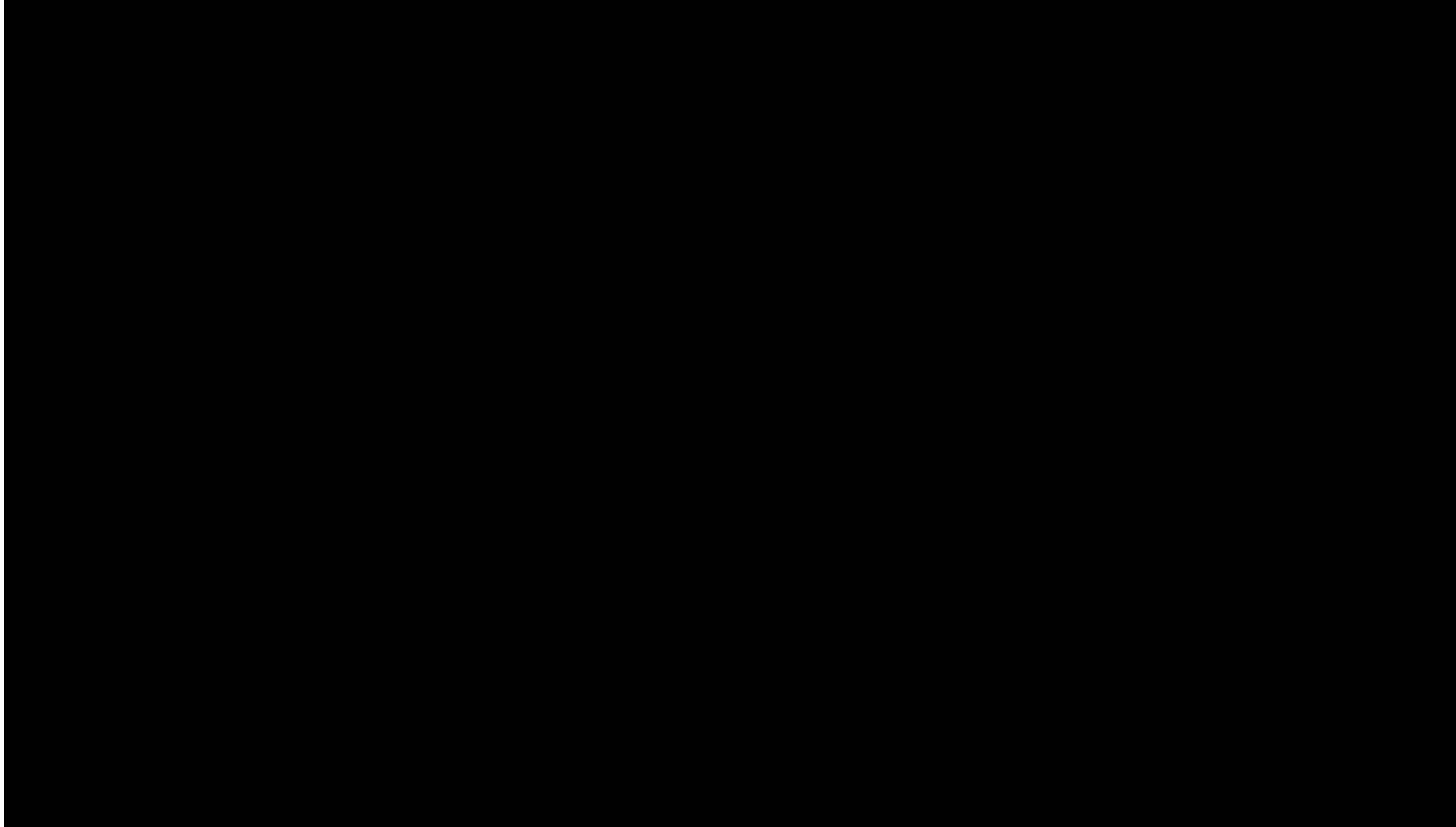
Weisung (DL)

- **Unzureichende Reproduzierbarkeit**
  - ROI anpassen
- **Anatomische Veränderungen im Verlauf**
  - Adaptive nötig?
  - Capture for Future Sessions
- **Oberflächenartefakte**
  - Skin tone anpassen
  - ROI anpassen
- **Interdisziplinäre Abstimmung**
  - Klinik SOP
  - Was tun, wenn die Toleranzen überschritten wird?

# FALLBEISPIEL

# Fallbeispiel

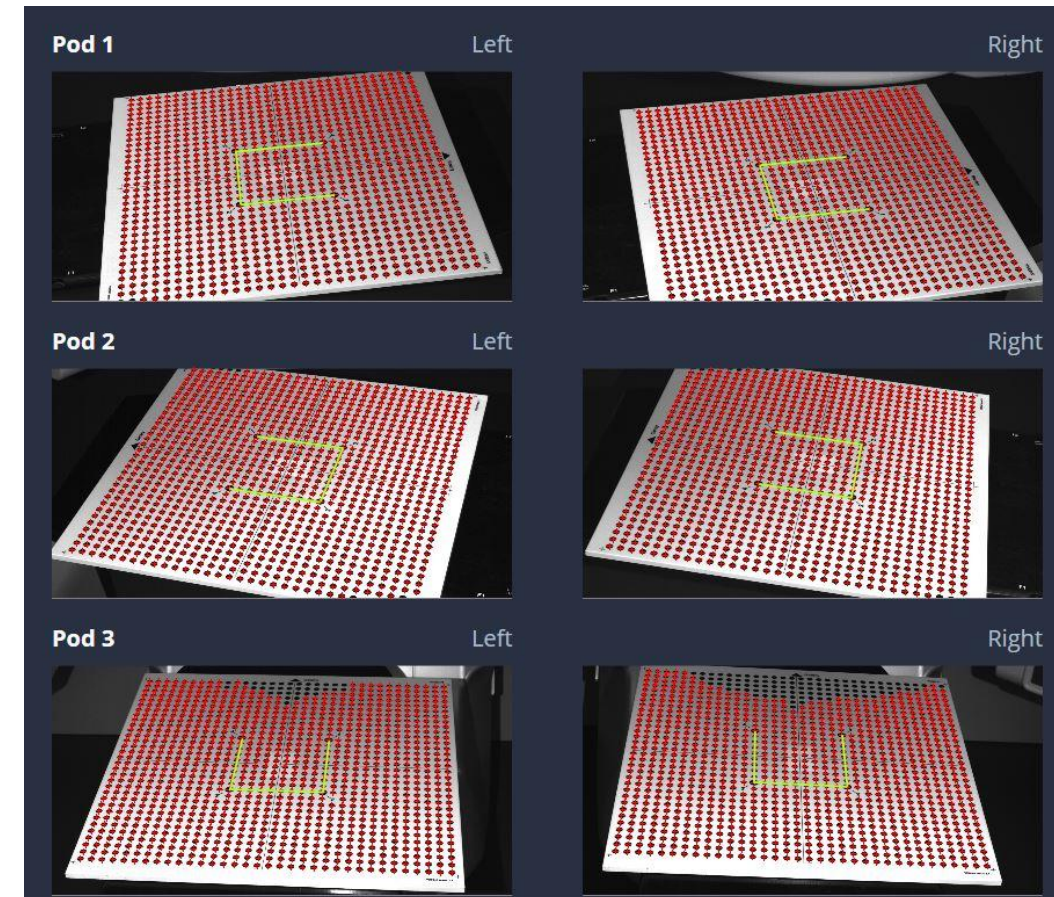
## Klinischer Vergleich



# QUALITÄTSSICHERUNG & SICHERHEIT

# Qualitätssicherung & Sicherheit

## Tägliche QA-Aspekte (RTT)



# Qualitätssicherung & Sicherheit

## Monatliche QA-Aspekte (Physik)

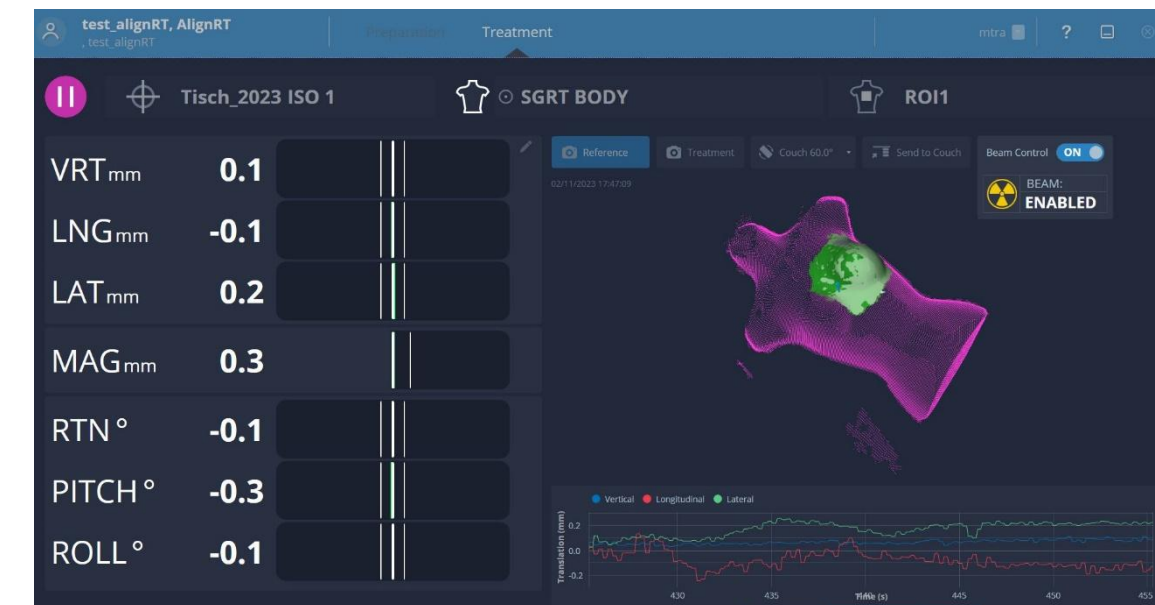
- **Cube Kalibration**



- **SBRT/SRT/SRS**

- CBCT
- Reference nach Verschiebung
- Tischdrehung

- **Gating/Beam hold**



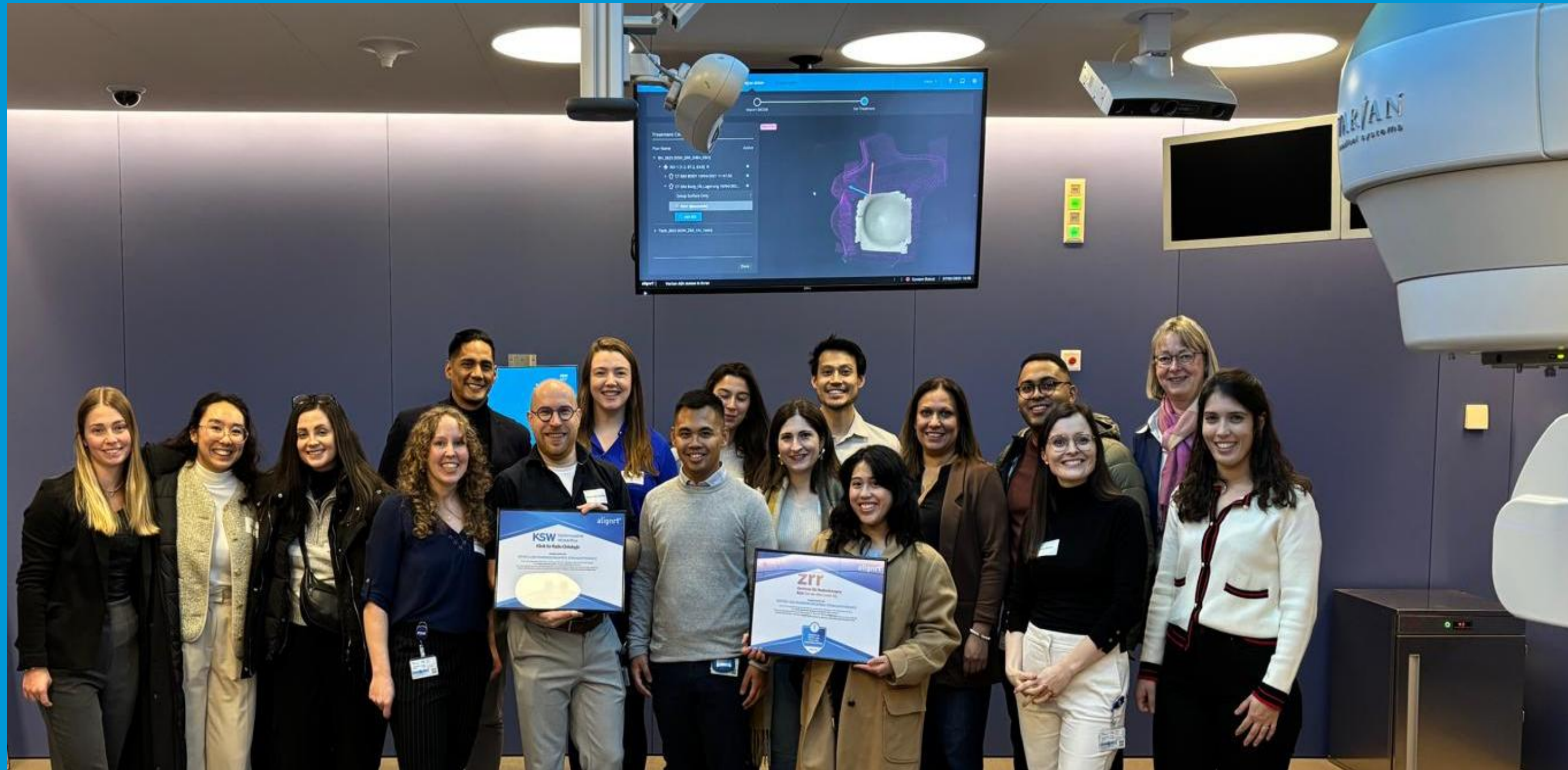
# ZUSAMMENFASSUNG

# Zusammenfassung

## Kernaussagen

- DIBH reduziert signifikant die Herzdosis
- Reproduzierbarkeit ist entscheidend
- AlignRT ermöglicht präzises Echtzeit-monitoring
- Standardisierte Abläufe erhöhen Sicherheit und Effizienz

# VIELEN DANK FÜR EURE AUFMERKSAMKEIT



# Referenzen

1. Stowe, H. B., Andruska, N. D., Reynoso, F., Thomas, M., & Bergom, C. (2022). Heart Sparing Radiotherapy Techniques in Breast Cancer: A Focus on Deep Inspiration Breath Hold. *Breast Cancer: Targets and Therapy*, 14, 175. <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.2147/BCTT.S282799>
2. Miranda Degrande, F. A., Nader Marta, G., Martins Teles Alves, T. M., Squarizzi Ferreira, G. B., Dumaszak, F. V., Carvalho, H. A., & Hanna, S. A. (2023). Deep inspiration breath hold: dosimetric benefits to decrease cardiac dose during postoperative radiation therapy for breast cancer patients. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*, 28(2), 172–180. <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.5603/RPOR.a2023.0027>
3. Dower, K., Halkett, G. K. B., Dhillon, H., Naehrig, D., & O'Connor, M. (2024). Eliciting the views of left breast cancer patients' receiving deep inspiration breath hold radiation therapy to inform the design of multimedia education and improve patient-centred care for prospective patients. *Journal of Medical Radiation Sciences*, 71(3), 384. <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.1002/jmrs.790>
4. Zhang, K., Shen, J., Liang, Y., Meng, X., Yang, B., Ma, J., Hu, K., Qiu, J., Hou, X., & Zhang, F. (2025). Reduction of subclinical acute cardiac injury through DIBH radiotherapy: a single-institution real-world clinical cohort analysis. *BMC Cancer*, 25(1). <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.1186/s12885-025-13769-x>
5. Rudat, V., Zhao, R., Wang, B., Zhang, L., & Shi, Y. (2024). Impact of deep inspiration breath hold, surface-guided radiotherapy, and daily CBCT on the organs at risk in breast cancer radiotherapy. *Scientific Reports*, 12(1), 1–12. <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.1038/s41598-024-77482-8>
6. Laaksomaa, M., Aula, A., Sarudis, S., Keyriläinen, J., Ahlroth, J., Murtola, A., Pynnönen, K., Lehtonen, T., Björkqvist, M., Järvinen, L., & Rossi, M. (2024). Surface-guided radiotherapy systems in locoregional deep inspiration breath hold radiotherapy for breast cancer -- a multicenter study on the setup accuracy. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*, 29(2), 176–186. <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.5603/rpor.99673>
7. Li, G., Lu, W., O'Grady, K., Yan, I., Yorke, E., Arriba, L. I. C., Powell, S., & Hong, L. (2022). A uniform and versatile surface-guided radiotherapy procedure and workflow for high-quality breast deep-inspiration breath-hold treatment in a multi-center institution. *Journal of Applied Clinical Medical Physics*, 23(3), e13511. <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.1002/acm2.13511>.
8. Naylor, J. (2025). Cross-vendor comparison of beam hold duration (latency). [PPT]. University Hospital Dorset. NHS Foundation Trust. <https://sgrt.org/wp-content/uploads/2025/06/08h30-Josh-Naylor.pdf>.
9. Zeng, C., Fan, Q., Li, X., Song, Y., Kuo, L., Aristophanous, M., Cervino, L. I., Hong, L., Powell, S., & Li, G. (2023). A Potential Pitfall and Clinical Solutions in Surface-Guided Deep Inspiration Breath Hold Radiation Therapy for Left-Sided Breast Cancer. *Advances in Radiation Oncology*, 8(6), 101276. <https://doi-org.csuglobal.idm.oclc.org/10.1016/j.adro.2023.101276>.