



KOMPETENZZENTRUM  
STRAHLENTHERAPIE



**PRÜNER GANG**  
Medizinisches Versorgungszentrum

oyora GROUP

# Patientenlagerungszeiten und -abweichungen mit AlignRT InBore am Linearbeschleuniger Halcyon

Ein Vortrag von  
**Lena Schulz**  
MVZ Prüner Gang

# Über uns

## MVZ Prüner Gang:



## Standort Flensburg CITTI Park:

Halcyon mit AlignRT-InBore-Ausstattung

GE Revolution Apex CT mit SimRT-Ausstattung

Team: 1 Arzt, 2 Physiker, 4 MTRAs



# Unser Weg mit SGRT



**August 2024:**  
Start der SGRT  
mit AlignRT &  
SimRT



**März 2024:**  
Eröffnung des  
Standorts  
Flensburg  
CITTI Park

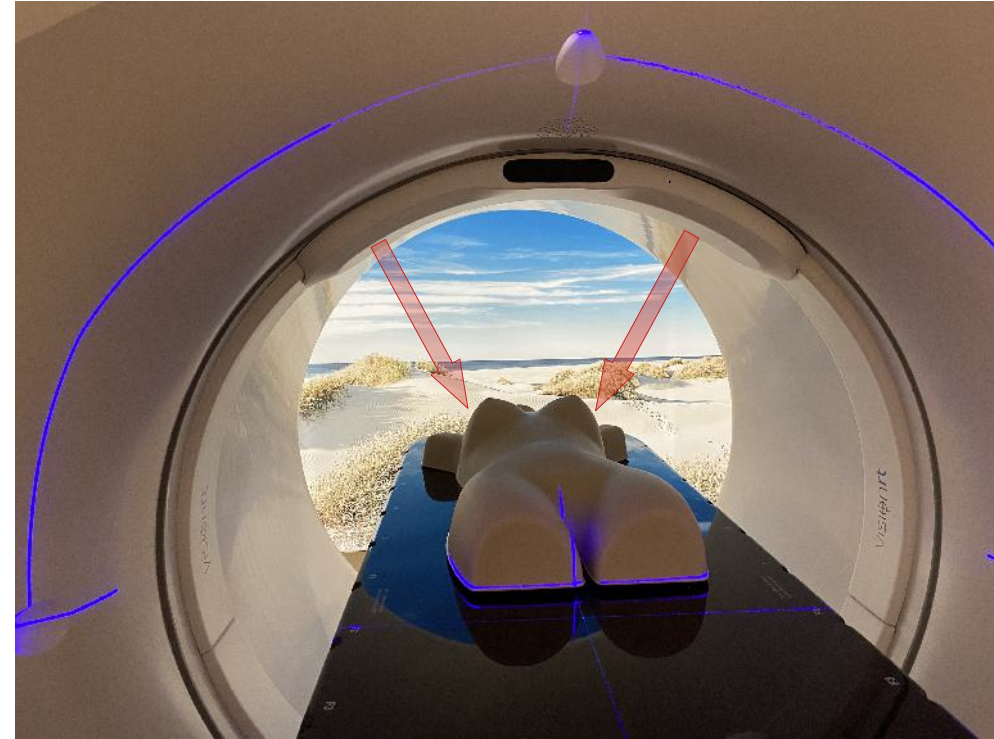


**Mai 2025:**  
Auszeichnung mit  
dem  
Markerless Award

# AlignRT InBore

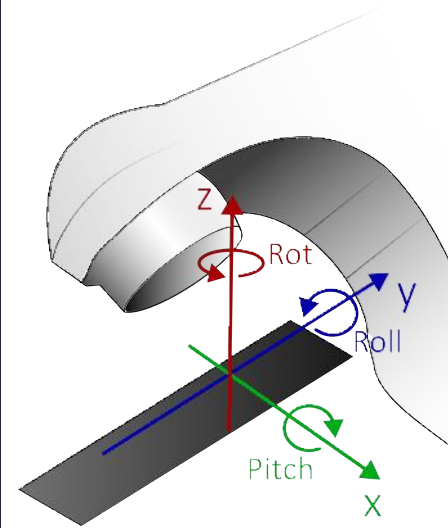
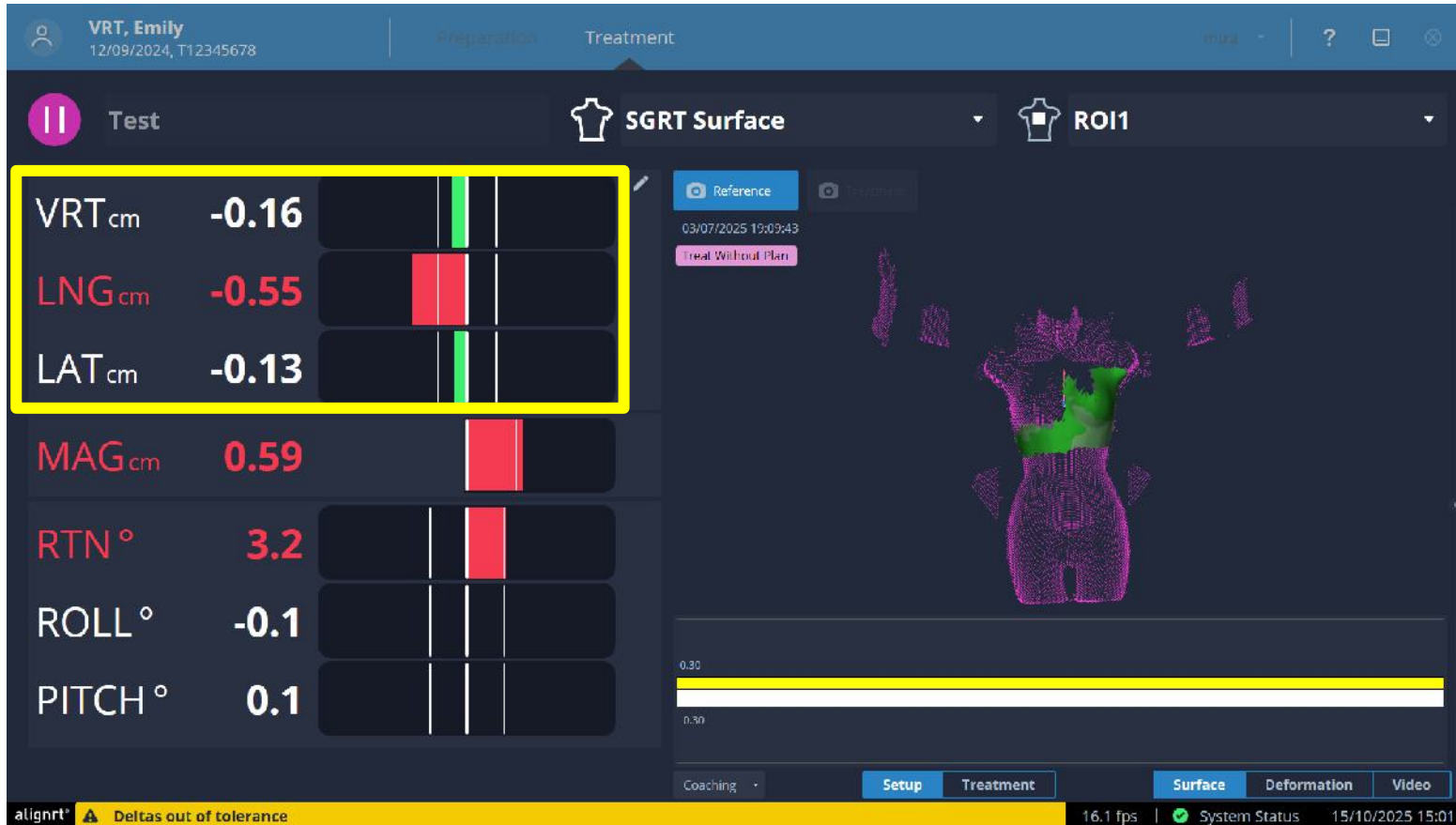


**Setup-Position**



**Treatment-Position**

# AlignRT am Halcyon



Bildquelle: Medizinphysik-Wiki

# AlignRT am Halcyon

VRT, Emily  
12/09/2024, T12345678

Preparation Treatment

Test SGRT Surface ROI1

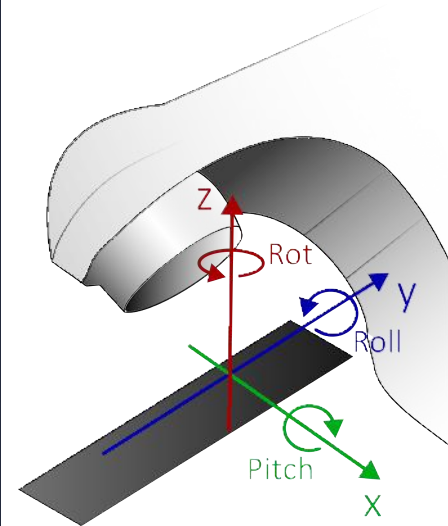
VRT <sub>cm</sub>	-0.16	
LNG <sub>cm</sub>	-0.55	
LAT <sub>cm</sub>	-0.13	
MAG <sub>cm</sub>	0.59	
RTN°	3.2	
ROLL°	-0.1	
PITCH°	0.1	

Reference  
03/07/2025 19:09:43  
Treat Without Plan

0.30  
0.30

Coaching Setup Treatment Surface Deformation Video

alignrt! ⚠ Deltas out of tolerance 16.1 fps System Status 15/10/2025 15:01



Bildquelle: Medizinphysik-Wiki

# AlignRT am Halcyon



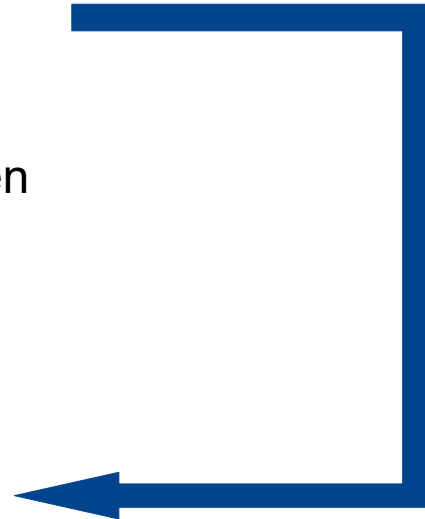
- Couch kann nur Translationen ausgleichen, **keine Rotationen**  
→ Rotationen mit SGRT verringern
- **Keine Schnittstelle** zwischen Halcyon und AlignRT



**Welchen Einfluss hat die Verwendung von SGRT  
auf die Lagerungszeit?**

# Workflow

- 1 Patient legt sich auf den Tisch
- 2 Tisch wird hochgefahren auf Setup-Position
- 3 Lagern des Patienten anhand von Markierungen  
(ggf. Nachmalen/ Abkleben von Markierungen)
- 4 Tisch wird auf Bestrahlungsposition gefahren



**gemessene  
Lagerungszeit**

# Workflow mit SGRT

- 1 Patient legt sich auf den Tisch
- 2 Tisch wird hochgefahren auf Setup-Position
- 3 Lagern des Patienten anhand von Markierungen  
(ggf. Nachmalen/ Abkleben von Markierungen)

➔ **Lagern anhand von AlignRT**

- 4 Tisch wird auf Bestrahlungsposition gefahren



**gemessene  
Lagerungszeit**

# Workflow bei DIBH

- 1 Patient legt sich auf den Tisch
- 2 Tisch wird hochgefahren auf Setup-Position
- 3 Lagern des Patienten anhand von Markierungen  
(ggf. Nachmalen/ Abkleben von Markierungen)

➔ **Lagern anhand von AlignRT in freier Atmung,  
Lagern in tiefer Einatmung**

- 4 Tisch wird auf Bestrahlungsposition gefahren



**gemessene  
Lagerungszeit**

# Datenauswahl

## Anzahl Fraktionen :

Region	Vor AlignRT	Mit AlignRT
Oberkörper	259	217
Becken	298	115
Extremitäten	151	59

**Insgesamt:** 708 391

# Datenauswahl

## Anzahl Fraktionen :

Region	Vor AlignRT	Mit AlignRT
Oberkörper	259	217
Becken	298	115
Extremitäten	151	59

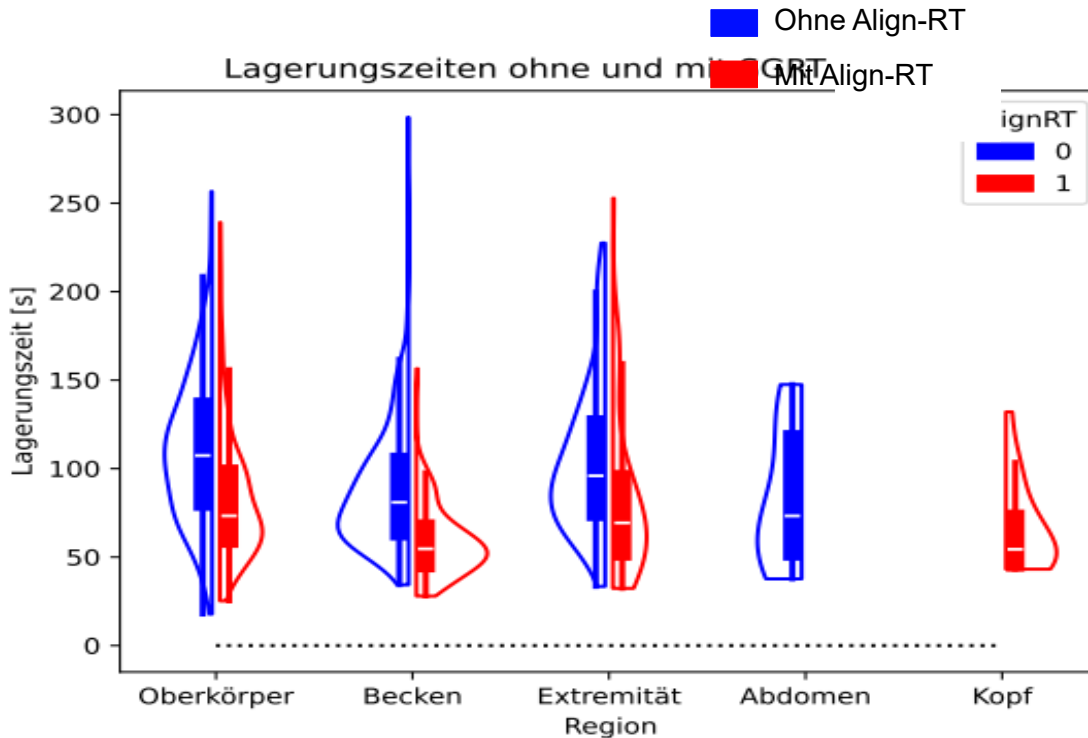
**Insgesamt:** 708 391



**Danke an unsere fleißigen MTAs !**



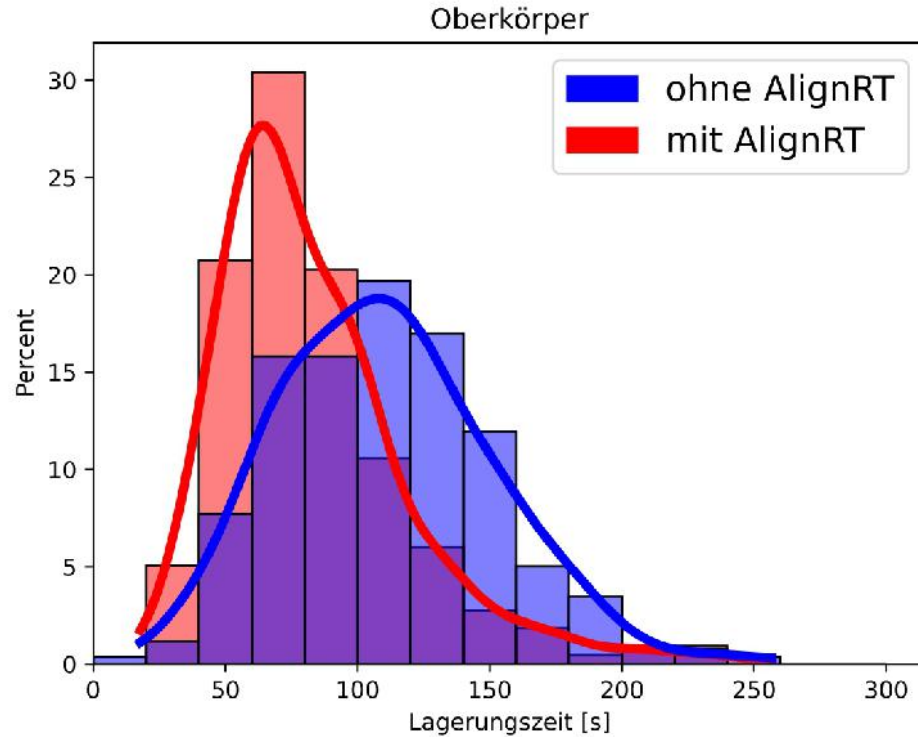
# Ergebnisse



**Oberkörper, Becken, Extremitäten:**  
Verlagerung der Verteilung zu kleineren Lagerungszeiten mit Align-RT

**Abdomen / Kopf:**  
Keine korrespondierenden Daten mit / ohne Align-RT  
(im Folgenden vernachlässigt)

# Ergebnis - Oberkörper



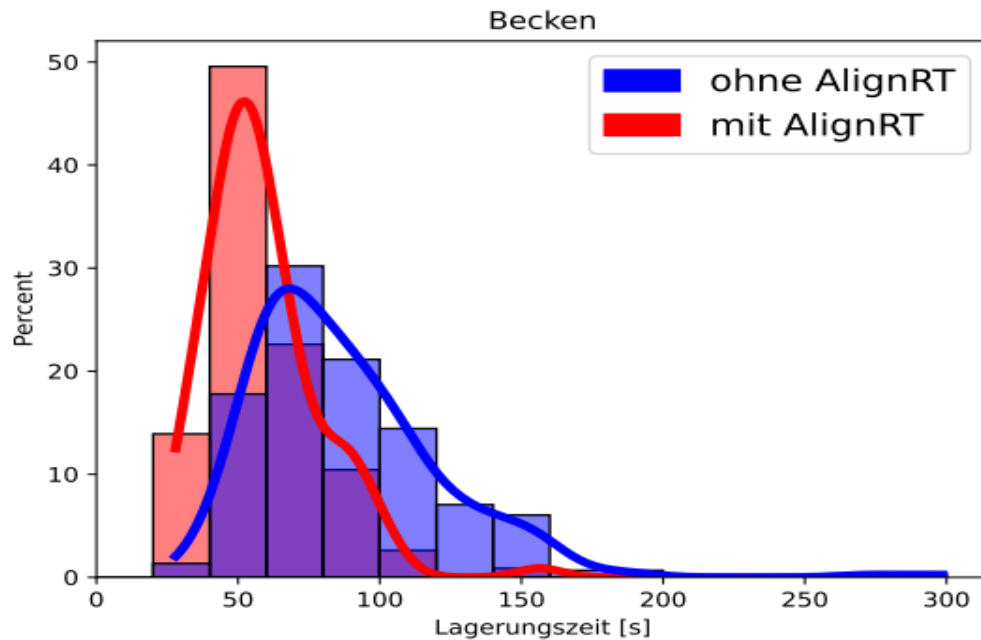
→ Verlagerung der Verteilung zu kürzeren Lagerungszeiten

→ Differenz: (  $28 \pm 5$  ) Sekunden

→ Ergebnis statistisch signifikant

(Mann-Whitney-U Test,  $p = 7 \cdot 10^{-17}$ )

# Ergebnis - Becken



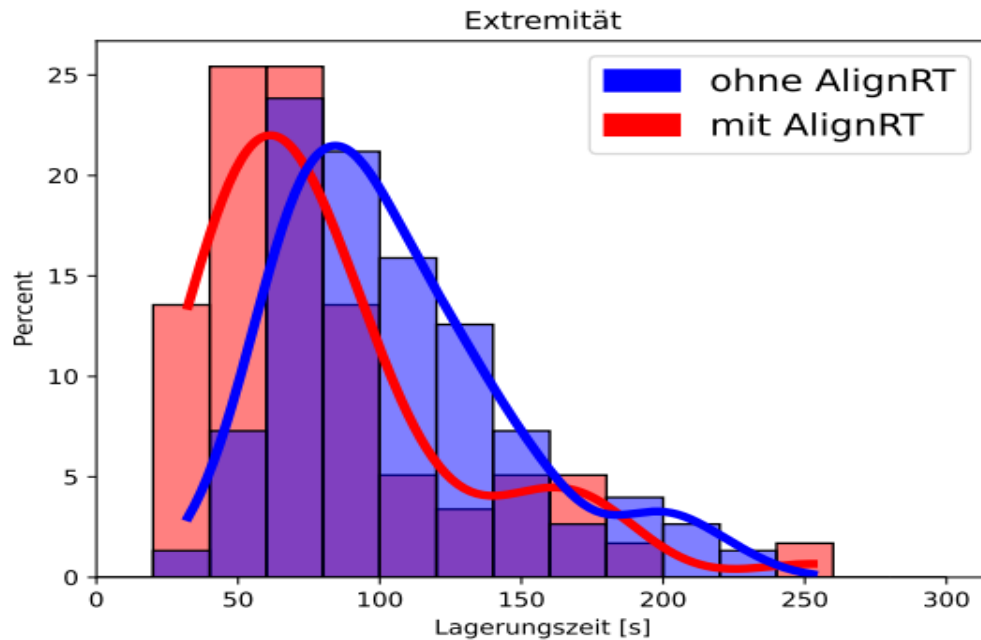
→ Verlagerung der Verteilung zu kürzeren Lagerungszeiten

→ Differenz: (  $29 \pm 4$  ) Sekunden

→ Ergebnis statistisch signifikant

(Mann-Whitney-U Test,  $p = 4 \cdot 10^{-23}$ )

# Ergebnis - Extremitäten



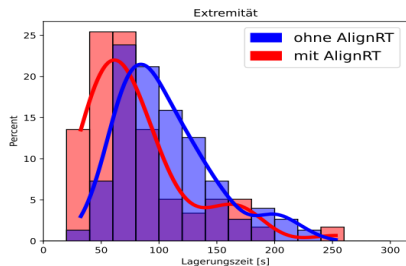
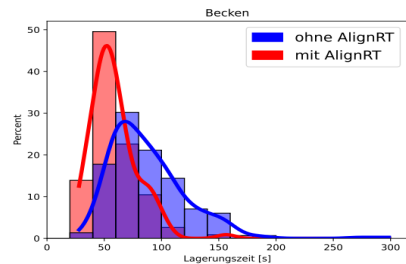
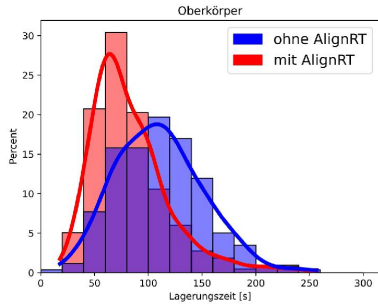
→ Verlagerung der Verteilung zu kürzeren Lagerungszeiten

→ Differenz: (  $23 \pm 10$  ) Sekunden

→ Ergebnis statistisch signifikant

(Mann-Whitney-U Test,  $p = 6 \cdot 10^{-6}$ )

# Ergebnisse



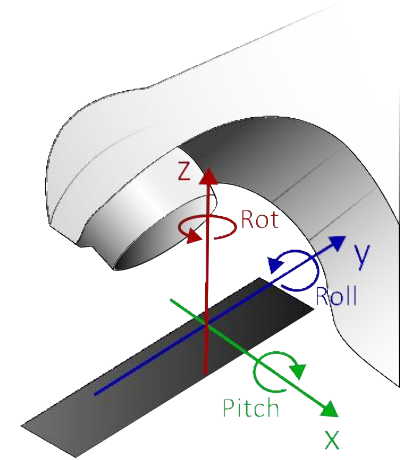
	Ohne AlignRT	Mit AlignRT	Zeitdifferenz
Oberkörper	111 s	83 s	(28 ± 5)s
Becken	88 s	59 s	(29 ± 4)s
Extremitäten	105 s	82 s	(23 ± 10)s

→ Signifikante Verkürzung der Lagerungszeiten für alle Regionen mithilfe von AlignRT



**Wie hat sich die Lagerungsgenauigkeit durch  
SGRT verändert ?**

# Lagerungsgenauigkeit



Bildquelle: Medizinphysik-Wiki

Halcyon: CBCT vor jeder Fraktion zur Lagerungskontrolle

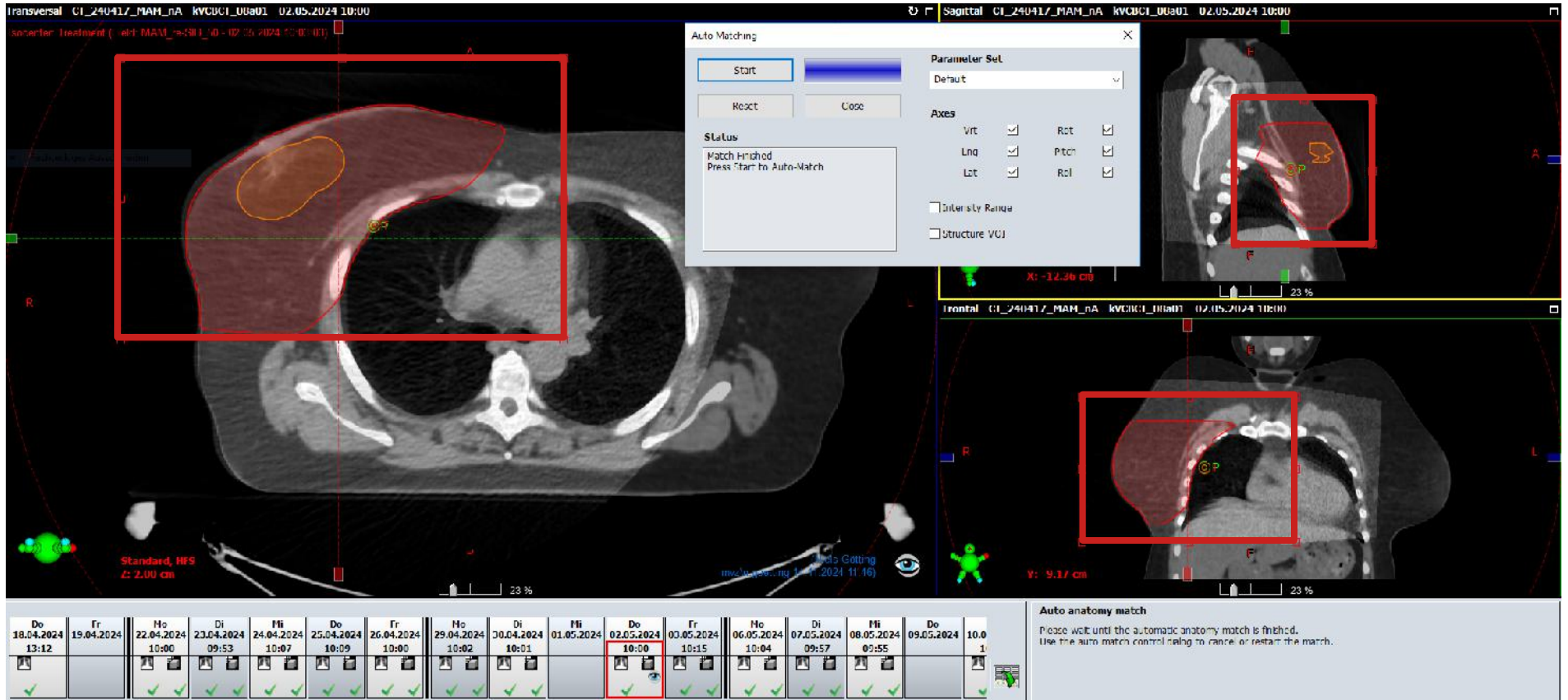
→ Online-Match zum Planungs-CT durch MTRAs,

## **3 Translationsrichtungen**

→ Offline-Matching mit Planungs-CT,

## **3 Translationsrichtungen & 3 Rotationsrichtungen**

# Vorgehen



Transversal CI\_240417\_MAM\_nA kVCUCI\_00a01 02.05.2024 10:00

Sagittal CI\_240417\_MAM\_nA kVCUCI\_00a01 02.05.2024 10:00

Frontal CI\_240417\_MAM\_nA kVCUCI\_00a01 02.05.2024 10:00

Standard, HFS  
Δ: 2.00 cm

Auto Gotting  
mva@pruener-gang.de (2024.11.16)

V: 9.17 cm

Auto anatomy match  
Please wait until the automatic anatomy match is finished.  
Use the auto match control dialog to cancel or restart the match.

Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	
18.04.2024 13:12	19.04.2024	22.04.2024 10:00	23.04.2024 09:53	24.04.2024 10:07	25.04.2024 10:09	26.04.2024 10:00	29.04.2024 10:02	30.04.2024 10:01	01.05.2024	02.05.2024 10:00	03.05.2024 10:15	06.05.2024 10:04	07.05.2024 09:57	08.05.2024 09:55	09.05.2024	10.05.2024
✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

# Datenauswahl

## Anzahl der ausgewerteten Patienten:

Region	Vor AlignRT	Mit AlignRT
Prostata	10	10
Mamma links	4	10
Mamma rechts	8	10

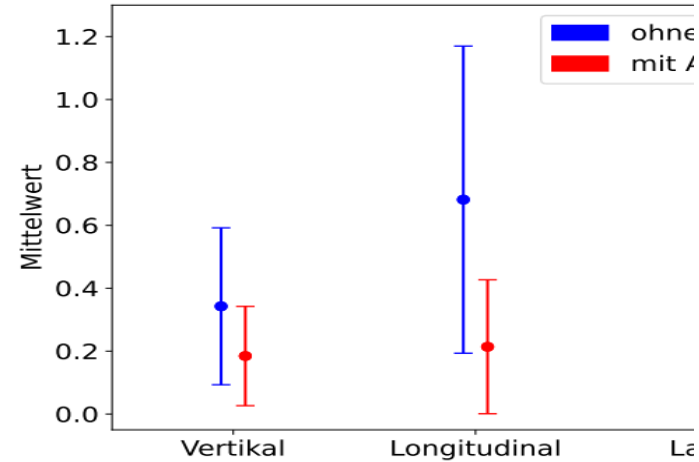
## Anzahl Fraktionen :

654

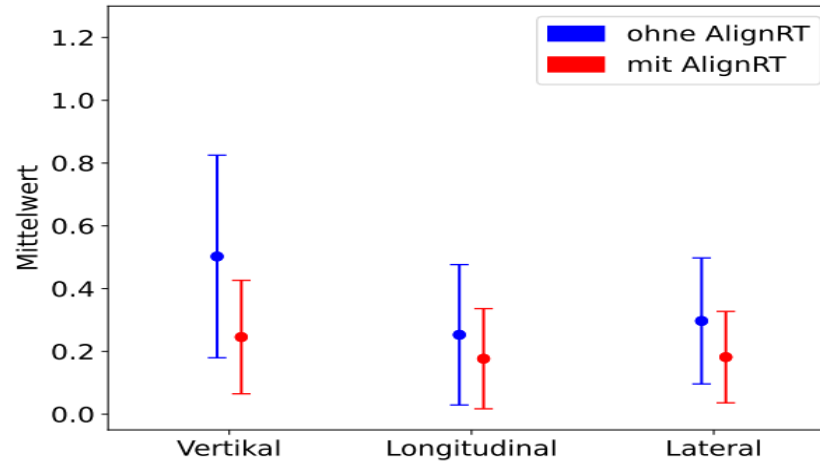
882

Bei mehreren CBCTs wurde nur das jeweils Letzte vor Bestrahlungsbeginn betrachtet.  
Es wurden stets die **Beträge der Abweichungen** analysiert.

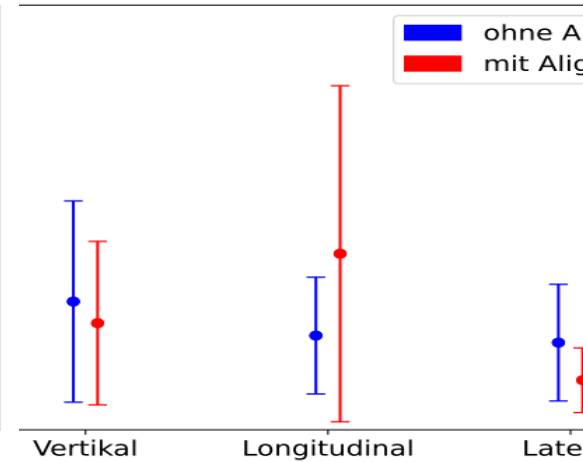
# Online Matching



**Mamma links  
(DIBH)**



**Mamma rechts**

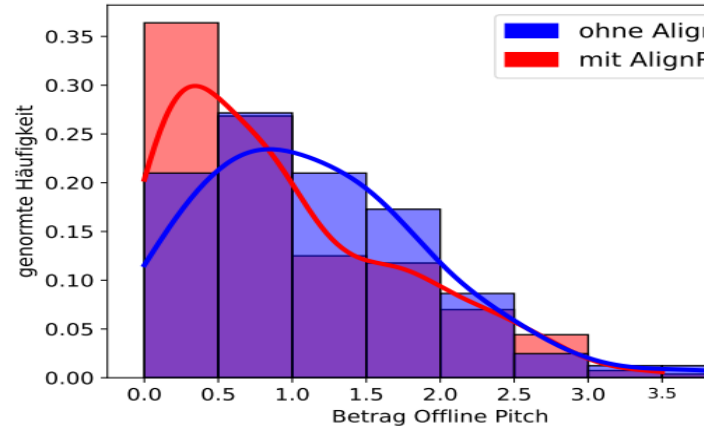


**Prostata**

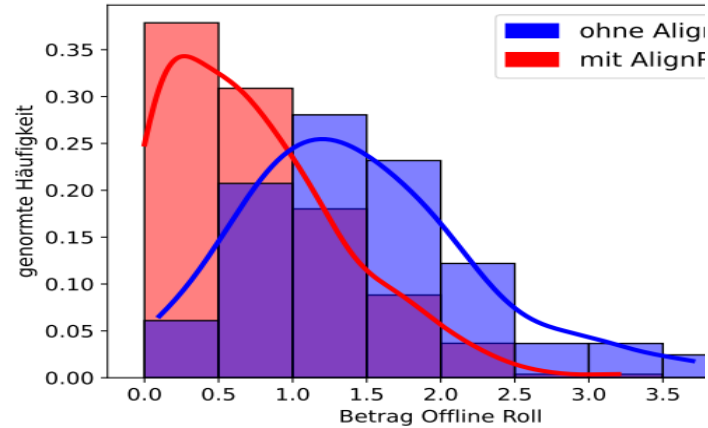
→ weniger Anpassungen im Online-Match

# Mamma links in DIBH

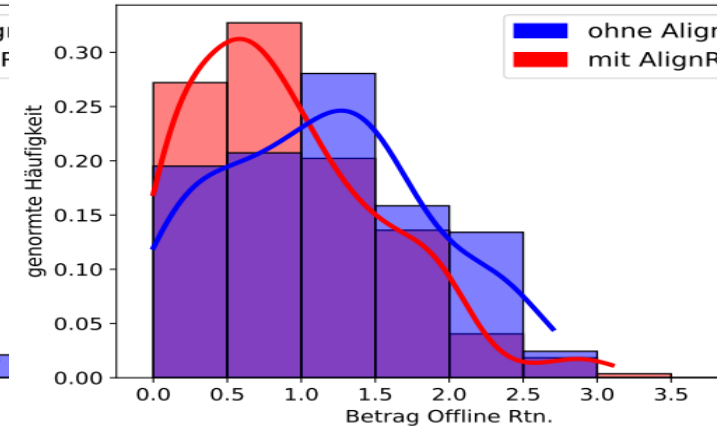
## Pitch



## Roll



## Rotation

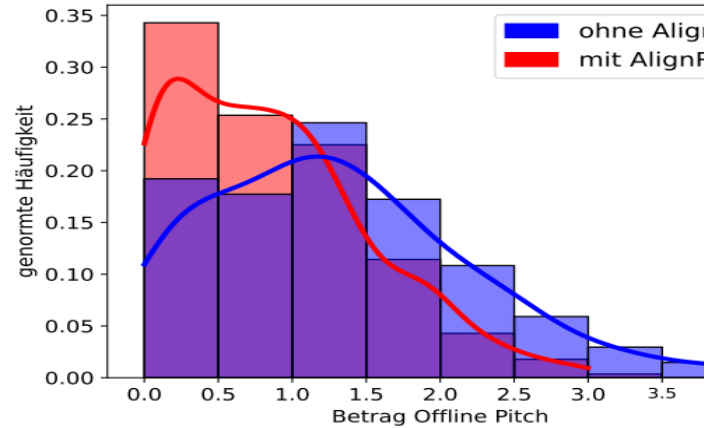


Mit AlignRT InBore: Schmalere Verteilungen, Peak näher an 0°

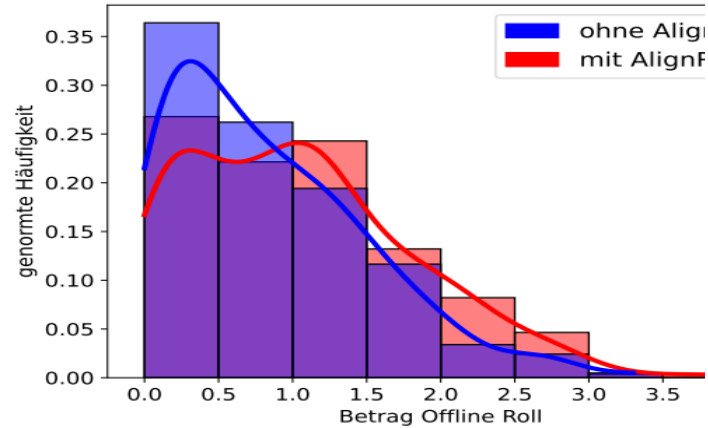
→ **Signifikante Verbesserung der Lagerung in allen 3 Rotationsrichtungen**

# Mamma rechts

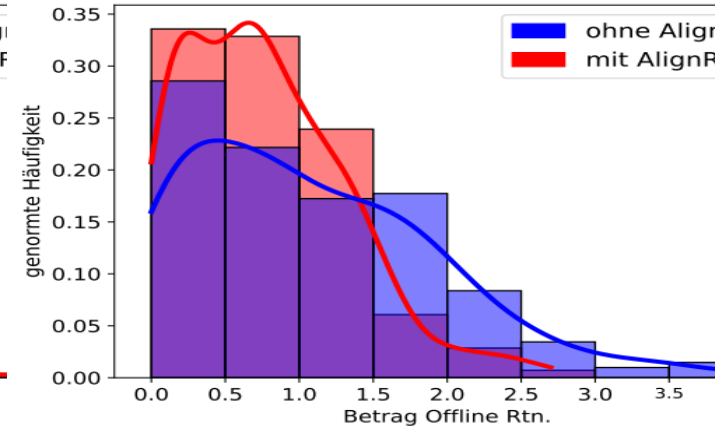
## Pitch



## Roll



## Rotation

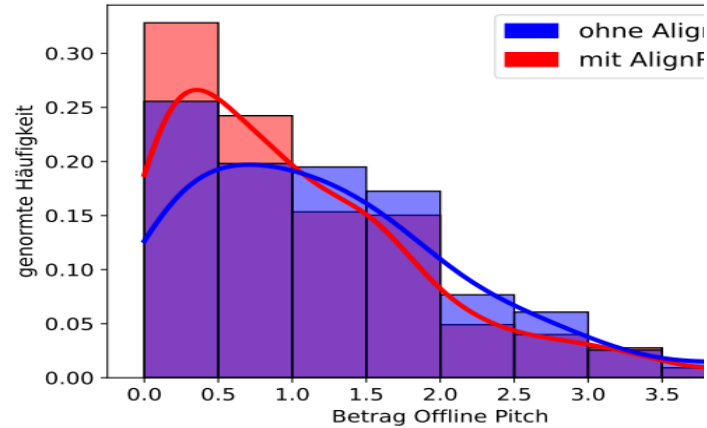


Mit AlignRT InBore: Pitch → Schmalere Verteilungen, Peak näher an 0°,  
Rotation → Schmalere Verteilungen

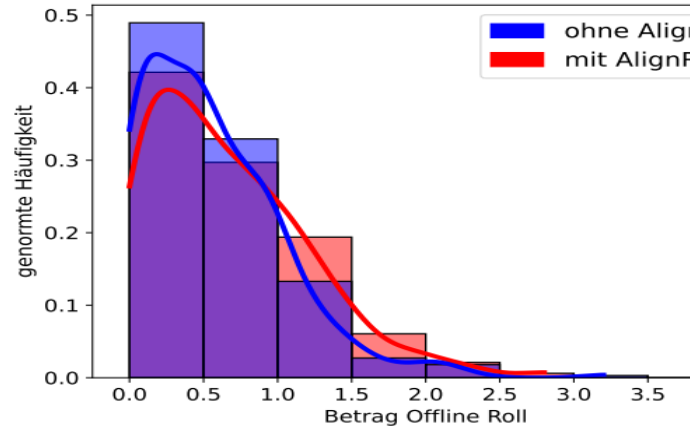
→ **Signifikante Verbesserung des Pitch**

# Prostata

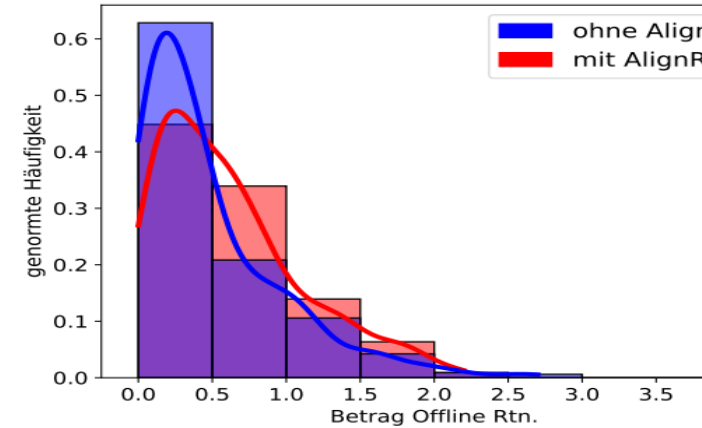
## Pitch



## Roll



## Rotation



Mit AlignRT InBore: Pitch → Schmalere Verteilungen, Peak näher an 0°,  
Roll & Rotation → ähnliche Verteilungen

→ **Signifikante Verbesserung des Pitch**

# Ergebnisse

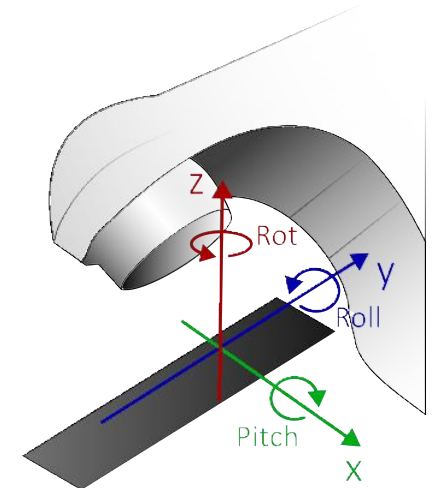
## Online Match:

Mit AlignRT → Weniger Korrekturen nötig

## Rotationen:

Signifikante Verbesserungen : **Mamma links in DIBH → alle Rotationsrichtungen**  
**Mamma rechts → Pitch**  
**Prostata → Pitch**

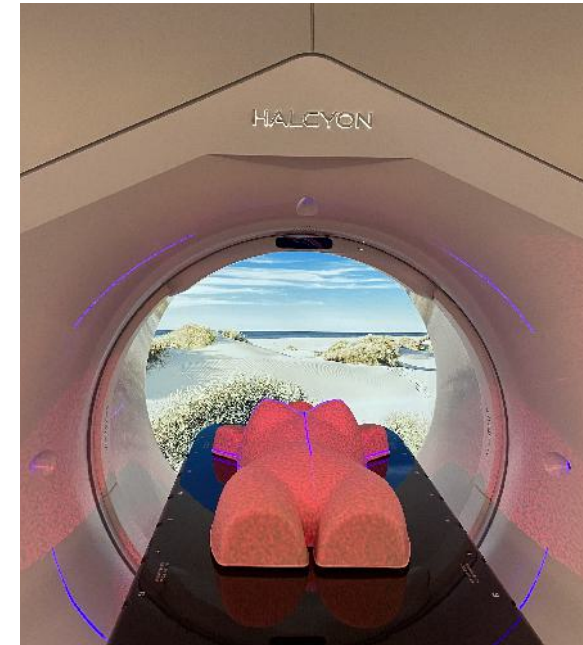
→ **Trend zu weniger Rotationen erkennbar**



Bildquelle: Medizinphysik-Wiki

# Fazit

- **Signifikante Zeiteinsparung von 20 bis 30 Sekunden** durch Wegfallen der Markierungen
- **Bessere Lagerungsqualität:**  
Weniger Korrekturen im Online Match,  
Weniger Rotationen,  
Insbesondere bei Atemtechnik (DIBH)



**Win-Win-Situation für Patient und Praxis**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

HALCYON

# Back-Up-Folien



# Prostata

Warum haben viele Prostata-Patienten einen großen **Longitudinal-Verschub**?

**Grund:** Patientenanatomie → zylindrischer Körperbau mit wenig Topographie

→ **Lösung:** Anpassung der ROI, Steg zum Bauchnabel



# Rotationen

	Pitch		Roll		Rotation	
	Vor AlignRT	Mit AlignRT	Vor AlignRT	Mit AlignRT	Vor AlignRT	Mit AlignRT
<b>Mamma Links</b>	$(1,17 \pm 0,86)^\circ$	$(0,93 \pm 0,78)^\circ$	$(1,43 \pm 0,78)^\circ$	$(0,74 \pm 0,60)^\circ$	$(1,14 \pm 0,71)^\circ$	$(0,90 \pm 0,65)^\circ$
<b>Mamma rechts</b>	$(1,33 \pm 0,94)^\circ$	$(0,84 \pm 0,67)^\circ$	$(0,84 \pm 0,67)^\circ$	$(1,04 \pm 0,76)^\circ$	$(1,12 \pm 0,91)^\circ$	$(0,76 \pm 0,55)^\circ$
<b>Prostata</b>	$(1,39 \pm 1,27)^\circ$	$(1,03 \pm 0,90)^\circ$	$(0,56 \pm 0,48)^\circ$	$(0,68 \pm 0,54)^\circ$	$(0,48 \pm 0,48)^\circ$	$(0,61 \pm 0,49)^\circ$

# Vorgehen - Mamma

Mit Luftsaum

Auto Matching

Start [Progress Bar] [Reset] [Close]

Parameter Set: Default

Axes: Vrt [checked] Rct [checked], Lng [checked] Pitch [checked], Lat [checked] Roll [checked]

Status: Match Finished, Press Start to Auto-Match

Options:  Differ. sty. Range,  Structure VCI

Ohne WS

Sternum einschließend

PTV umschließend

Mit Luftsaum

Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do
18.04.2024 13:12	19.04.2024	22.04.2024 10:00	23.04.2024 09:53	24.04.2024 10:07	25.04.2024 10:09	26.04.2024 10:00	29.04.2024 10:02	30.04.2024 10:01	01.05.2024	02.05.2024 10:00	03.05.2024 10:15	06.05.2024 10:04	07.05.2024 09:57	08.05.2024 09:55	09.05.2024
✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓

Auto anatomy match  
Please wait until the automatic anatomy match is finished.  
Use the auto match control (play) to cancel or restart the match.

# Vorgehen - Prostata

**Hüftköpfe umschließend**

**Steißbein umschließend**

**Schambein einschließend**

**PTV umschließend**

**Auto Matching**

Start    Stop    Cancel    Close

Parameter Set: Default

Axes:

Vit	<input checked="" type="checkbox"/>	Rot	<input checked="" type="checkbox"/>
Lnq	<input checked="" type="checkbox"/>	Pfch	<input checked="" type="checkbox"/>
Lit	<input checked="" type="checkbox"/>	Roll	<input checked="" type="checkbox"/>

Infesty Range

Structure VOI

SLatus: Press Start to Auto Match

Standard: HFS  
Z: -2.00 cm

Auto anatomy match

Please wait until the automatic anatomy match is finished.  
Use the auto match control dialog to cancel or restart the match.

Do 11.04.2024 09:27	Fr 12.04.2024 09:28	Mo 15.04.2024 09:12	Di 16.04.2024 09:07	Mi 17.04.2024 09:11	Do 18.04.2024 09:16	Fr 19.04.2024 09:16	Mo 22.04.2024 09:20	Di 23.04.2024 09:28	Do 24.04.2024 09:38	Fr 25.04.2024 09:30	Mo 26.04.2024 09:31	Di 29.04.2024 09:30	Do 30.04.2024 09:34	Mo 01.05.2024	Do 02.05.2024 09:05
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------	---------------------

# AlignRT QA

## Überprüfung der Translationen (monatlich):

Messmittel: Emily-Phantom

1. Lagern der Puppe anhand von AlignRT,

Übereinstimmung mit Markierungen

2. Tisch verfahren um +1cm in jede Richtung

→ Abweichung im Setup-Modus

**Toleranz:  $\pm 0,1$  cm** → Abweichung im Treatment-Modus

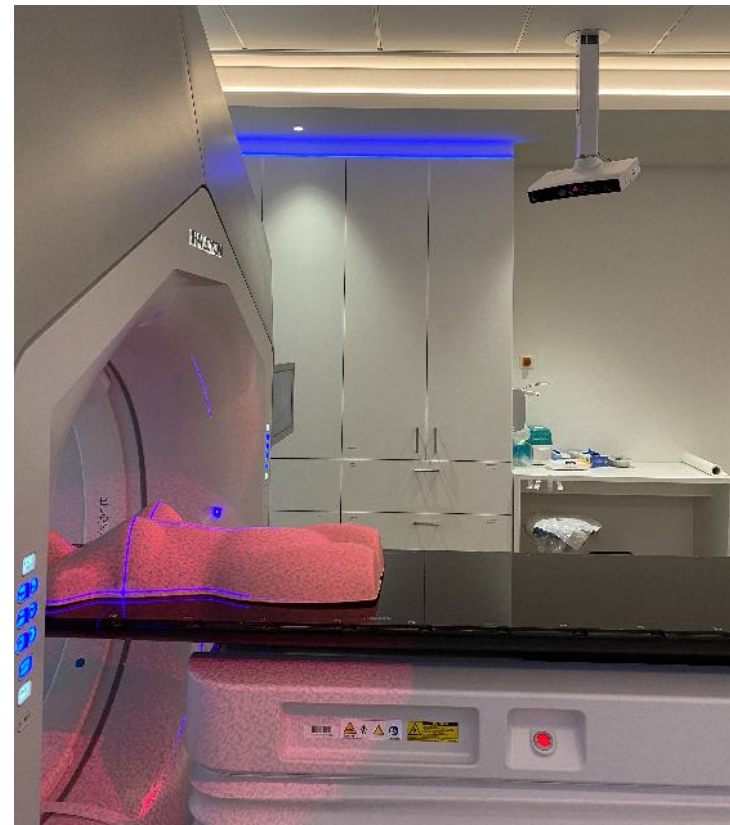
→ Abweichung im Setup-Modus

3. Ausrichten auf rote Markierungen (Rotation)

→ Abweichung im Setup-Modus

**Toleranz:  $\pm 0,3^\circ$**

→ Abweichung im Treatment-Modus



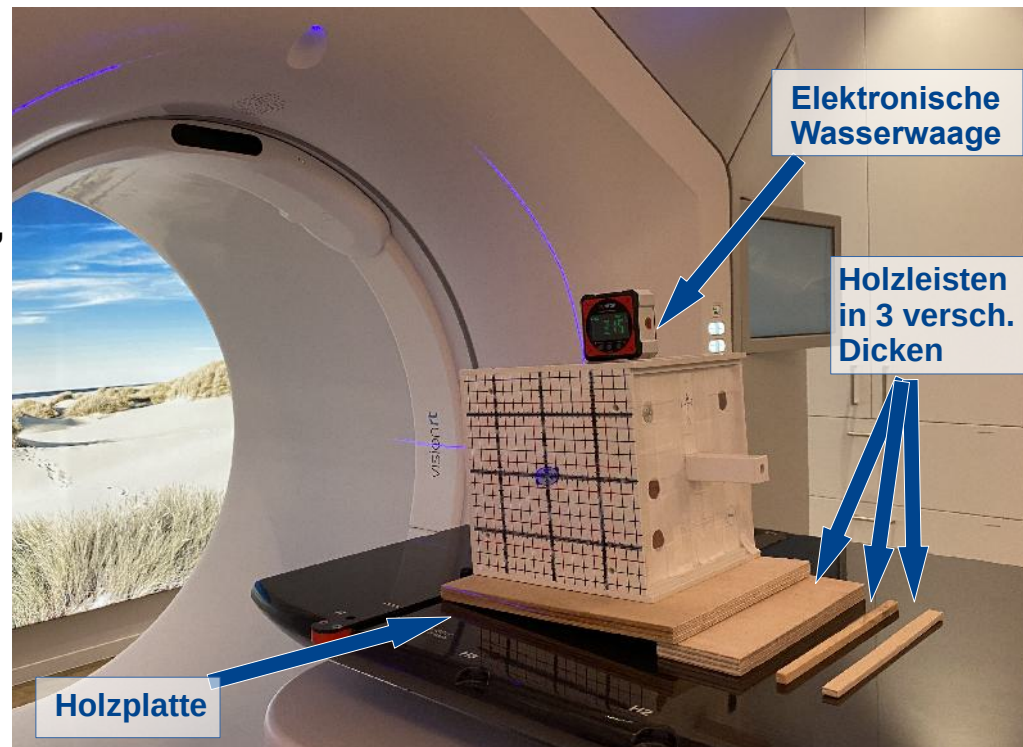
# AlignRT QA

## Überprüfung der Rotationen (vierteljährlich):

- Pitch und Roll durch Neigung eines Phantoms  
→ **Messmittel:** LAP Easycube, Holzplatte, elektronische Wasserwaage & Leisten

Toleranz:  $\pm 0,3^\circ$

- Vergleich zwischen Wasserwaage, AlignRT in Setup-Position und AlignRT in Treatment-Position



# AlignRT QA

## Überprüfung der Rotationen (vierteljährlich):

- Rotation durch Drehung des Phantoms  
→ **Messmittel:** LAP Easycube, Schablone

Toleranz:  $\pm 0,3^\circ$

- Vergleich zwischen  
AlignRT in Setup-Position  
und AlignRT in Treatment-Position

