

„Der Weg zur markierungsfreien  
Strahlentherapie mit **AlignRT**“

Juliane Zobel – Leitende MTR

- Fachliche Leitung: PD Dr. Carmen Stromberger
  - Team: 10 MTRA, 6 Fachärzte, 7 MPE
  - Patienten: ca. 1200 ambulante und stationäre pro Jahr
  - LINAC: 2x Truebeam 3.0 (Varian) mit Aria 18.0
  - 2 x AlignRT 6.3 (VisionRT)
- Add-on: SRS-Paket, 3D-Photo, Postural Video
- CT: 1x Siemens Confidence RT-PRO inklusive SimRT (VisionRT)

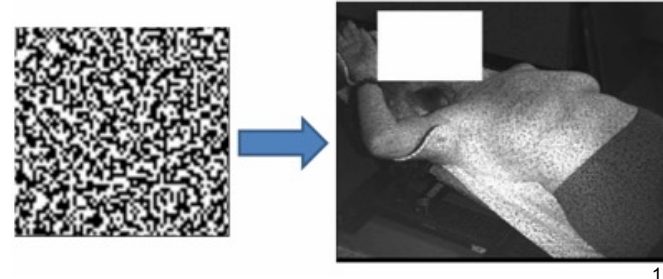




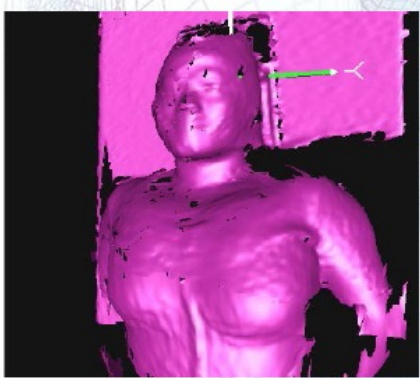
Installation AlignRT



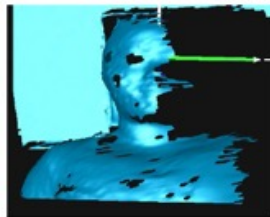
Aufbau Kamerapod



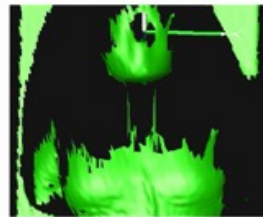
„Pseudo random speckle pattern“ auf dem Objekt



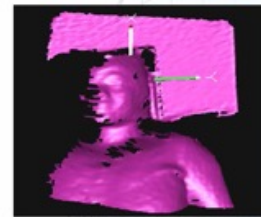
Finale Oberfläche



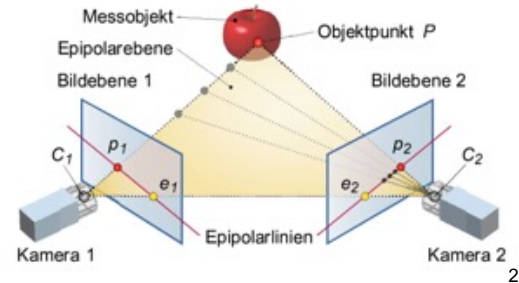
Linker Kamerapod



Zentraler Kamerapod



Rechter Kamerapod



Triangulation → Abstand und Position im Raum wird berechnet

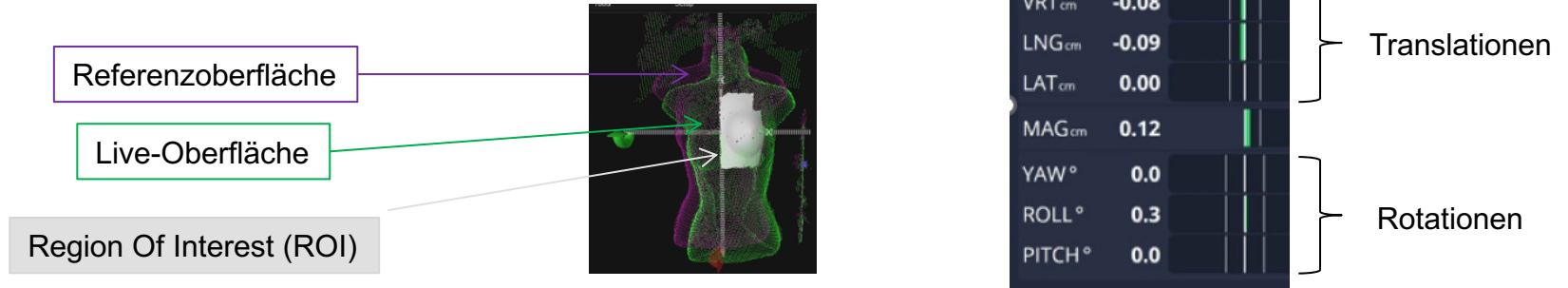
1. VisionRT Ltd., „Technology Key Concepts,“ 2017

2. M. Gandyra, „Prinzipien und Verfahren der 3D-Messtechnik,“ 2016



# Motivation: Patientensicherheit & -komfort

- markerlos lagern mit  $< 0,5$  mm und  $0,5^\circ$  Genauigkeit
- für SRS-Anwendungen  $< 0,3$  mm und  $0,2^\circ$  Genauigkeit



- **Patientenüberwachung (mit BEAM-Hold) auch während der Bestrahlung**

## Ohne AlignRT

1. Lagerung
2. Bildgebung
3. Matchen
4. Bestrahlung START
5. Bestrahlung ENDE

Lagerungsinformation fehlt

- Husten?
- Entspannung?
- Unruhe?

## Mit AlignRT

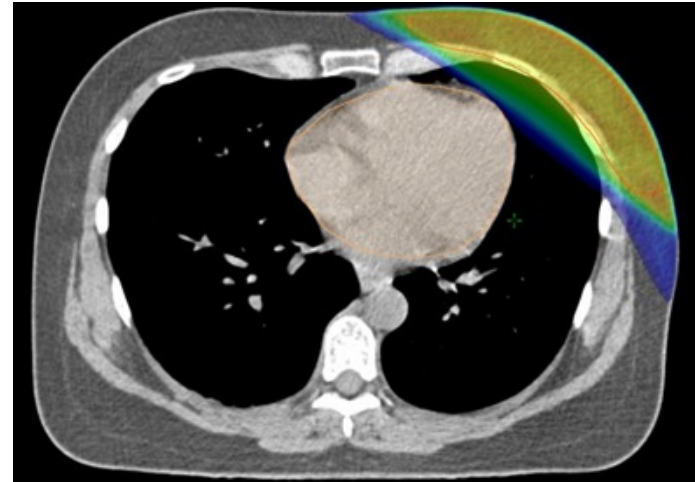
1. Lagerung
2. Bildgebung
3. Matchen
4. Bestrahlung START
5. Bestrahlung ENDE

Lagerungsinformation wird aufgezeichnet, angezeigt und bei Abweichung ein BEAM-Hold ausgelöst

- **Deep Inspiration Breath Hold (DIBH) beim Mamma-Karzinom**
  - + Herzschonung
  - + Lungenschonung

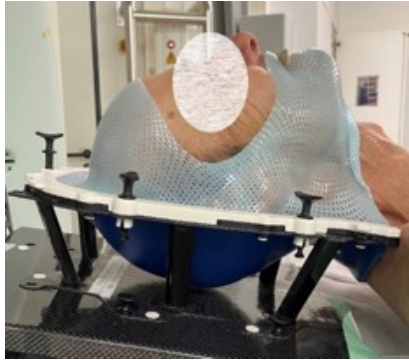


Bestrahlung in Atemmittellage in freier Atmung



Bestrahlung in DIBH

## - Verwendung von offenen Maskensystemen

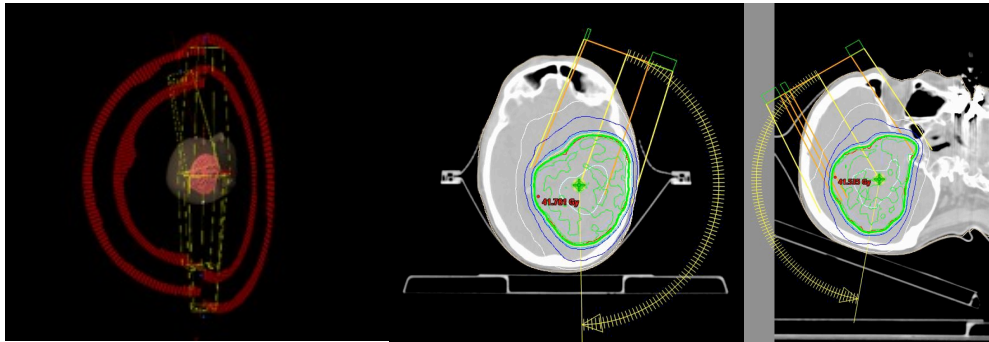


zweiteiliges  
Präzisionsmaskensystem  
(Marcromedix)

**++ Patient comfort**



einteiliges  
Maskensystem (Unger)



**++ Genauigkeit bei non-coplanarer  
Bestrahlung (NCP-Felder)**

## Timeline unserer Implementierung

### Training

AlignRT Phase 1-3:

1. Superusertraining
2. Websession
3. ‚Go Live‘

### Einführung DIBH

Beginn mit der  
Bestrahlung von  
Mammakarzinomen  
in tiefer Inspiration

Jan 2018

Feb-April 2018

Dez 2018

Jan 2019

Jun 2019

### Installation

AlignRT & GateCT  
(jetzt SimRT) werden  
an 4 Tagen installiert

### Qualitätssicherung

MA: Implementierung einer  
Qualitätssicherung für ein  
Oberflächendetektions-  
system zur Kontrolle der  
Patientenpositionierung an  
einem Linearbeschleuniger

- Alexandra Hluchnik -

### Ergebnisse DIBH

Die ersten 20 DIBH  
Patientinnen wurden  
behandelt



## Markerlose Bestrahlung:

- Mamma-CA
- Lungen-CA

## Einführung:

RT mit offenen  
Maskensystemen

Markerlose  
Strahlentherapie

Mai 2020

Juni 2020

Nov. 2020

Dez. 2020

März 2021

Sep. 2021

**Installation**  
**AlignRT Linac A**

## Offene Maskensysteme

MA: Implementierung  
offener Maskensysteme  
unter Verwendung eines  
Oberflächenscanners bei  
der Bestrahlung von  
Kopftumoren

- Franz Töwe -

## Markerlose Bestrahlung:

- Mamma-CA (DIBH, FB)
- Lungen-CA
- Kopfbestrahlungen
- HNO
- Extremitäten



## Training

AlignRT Phase 1-3:

1. Superusertraining
2. Websession
3. ‚Go Live‘

## Einführung DIBH

Beginn mit der  
Bestrahlung von  
Mammakarzinomen  
in tiefer Inspiration

Jan 2018

Feb-April 2018

Dez 2018

Jan 2019

Jun 2019

## Installation

AlignRT & GateCT  
(jetzt SimRT) werden  
an 4 Tagen installiert

## Qualitätssicherung

MA: Implementierung einer  
Qualitätssicherung für ein  
Oberflächendetektions-  
system zur Kontrolle der  
Patientenpositionierung an  
einem Linearbeschleuniger  
  
- Alexandra Hluchnik -

## Ergebnisse DIBH

Die ersten 20 DIBH  
Patientinnen wurden  
behandelt

## Entwicklung der Arbeitsabläufe und Einteilung in zwei einstündige Schulungsblöcke

**Schulung 1:** Patiententraining und Arbeitsabläufe am CT (Phantom)

**Schulung 2:** Arbeitsabläufe mit und ohne Bildgebung am LINAC (Phantom)

## Folgende Besonderheiten gibt es in unserem DIBH Behandlungsablauf:

### Aufklärungsgespräch

Information über neue Behandlungstechnik

Ersteinschätzung: Kann die Patientin ca. 20 Sek. die Luft anhalten?  
(mehrmals am Stück)

Zusätzlich: Aushändigung eines Informationsflyers

#### Bestrahlungen in tiefer Einatmung

Bei Organen, deren Beweglichkeit von der Atmung abhängig ist (z. B. die Brust oder die Lunge), besteht die Möglichkeit, diese in einer bestimmten Atemphase zu beschatten. Ein Beispiel dafür ist das tiefe Lufthalten mit anschließendem Luftanhalten (engl. Deep Inspiration Breath Hold, DIBH).

Diese Technik wird vor allem für die Bestrahlung der linken Brust angewendet. In dieser Atmung kann das Herz im Bestrahlungsfeld liegen und mit einer erhöhten Dosis bestrahlt werden. Durch die tiefe Einatmung hebt sich der Brustkorb und das Herz bewegt sich aus dem bestrahlten Bereich (siehe Bilder). Dies reduziert die Wahrscheinlichkeit für mögliche Lungenschäden am Herzen.

#### Wie funktioniert DIBH?

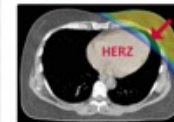
Nach dem tiefen Einatmen wird die Luft für circa 20 Sekunden angehalten. In diesem definierten Fenster wird die Bestrahlung durchgeführt. Sollte die Luft anhalten nicht mehr möglich sein, unterbricht das Gerät automatisch die Bestrahlung, bis Sie wieder bereit sind.

Ein optisches Oberflächendekontaminationssystem ist fest dabei positioniert: Ihre Atmung und Position. Die Bestrahlung wird nur durchgeführt, wenn sich der Brustkorb an der korrekten Position befindet.

Mithilfe von Atemkommandos werden Sie sicher durch die Bestrahlung geleitet.

Ob diese Technik einen Nutzen für Sie hat, hängt von der Anatomie Ihres Körpers ab. Nach der Auswertung der CT-Bilder wird individuell von einem Arztteam die für Sie optimale Bestrahlungstechnik ausgewählt. Häufig kann das Herz auch bei normaler Atmung gut geschont werden.

#### Brustkorb und Herzposition in normaler Atmung



Bei der Bestrahlung in normaler Atmung befindet sich je nach Anatomie ein Teil des Herzens im Strahlenfeld.

#### Brustkorb und Herzposition in tiefer Einatmung



Wird in tiefer Einatmung bestrahlt, hebt sich der Brustkorb, die Lunge füllt sich mit Luft und das Herz bewegt sich aus dem Bestrahlungsfeld.

Niedrige Dosis      Hohe Dosis



#### Was muss ich tun?

Es ist wichtig, dass Sie über einen Zeitraum von circa 15 bis 20 Sekunden die Luft anhalten können. Dabei sollen Sie gezielt in den Brustkorb einatmen, um den gemessenen (DIBH) zu erreichen. Während Ihres ersten Termins wird die Atemtechnik mit Ihnen geübt, bis Sie die Kommandos sicher umsetzen können.

#### Wie kann ich mich vorbereiten?

- Legen Sie sich auf eine feste Unterlage und nehmen Sie die Arme hinter den Kopf.
- Atmen Sie tief über die Nase ein und halten Sie die Luft an.
- Die Einatmung sollte dabei in den Brustkorb und nicht in den Bauch erfolgen.
- Achten Sie auf Ihre Körperhaltung, versuchen Sie ein Nubbenkreuz zu vermeiden.
- Halten Sie die Luft für circa 20 Sekunden an und atmen Sie anschließend normal weiter.

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung. Gerne können Sie hierzu auch unseren Patienteninformationsbroschüren nutzen.

Ihr Vivantes MVZ Neukölln  
Praxis für Strahlentherapie, Team Neukölln

CT

Schulung CT

In CT-Lagerung das tiefe Einatmen mit Luftanhalten üben, Ziel sind 20-25 Sekunden

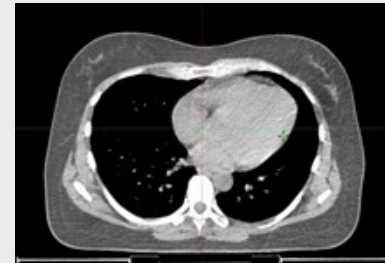
- Hohlkreuz vermeiden
- In den Brustkorb und nicht in den Bauch einatmen
- Reproduzierbare, tiefe aber angenehme Atemtiefe

Falls SimRT (VisionRT-Lösung zur Aufnahme des Atemsignals für 4DCT) vorhanden ist, kann damit ebenfalls die tiefe Einatmung von der Konsole aus überwacht werden.

**Aufnahme von zwei Planungs-CTs**



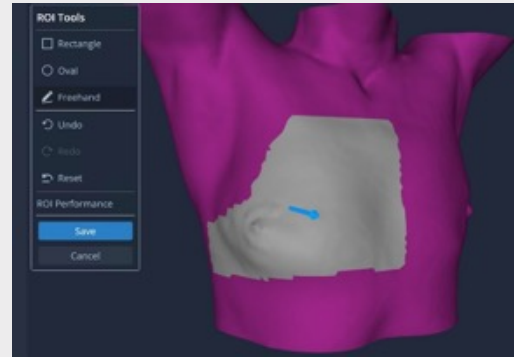
**DIBH-CT**



**Free Breathing-CT (Ausfallkonzept und Lagerungsoberfläche)**

## AlignRT-ROI anlegen

Schulung Linac



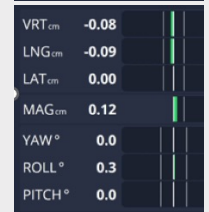
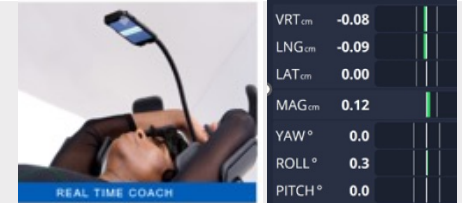
## Bestrahlung

### Lagerung der Patientin mit FB-Oberfläche

### Bestrahlung der Patientin mit DIBH-Oberfläche

Wöchentlich MV/KV + Tangential MV Bildgebung

Bei Bestrahlung wird MMI-Schnittstelle verwendet: Der Linac unterbricht die Strahlung sobald sich die Patientin aus dem Toleranzbereich bewegt.



↻  
Inspiration

## Markerlose Bestrahlung:

- Mamma-CA (DIBH, FB)
- Lungen-CA

## Einführung:

**RT mit offenen Maskensystemen**

## Ziel:

**Markerlose Strahlentherapie**

März 2020

Mai 2020

Nov. 2020

Dez. 2020

März. 2021

Ende 2021

**Installation  
AlignRT Linac A**

### **Offene Maskensysteme**

MA: Implementierung offener Maskensysteme unter Verwendung eines Oberflächenscanners bei der Bestrahlung von Kopftumoren

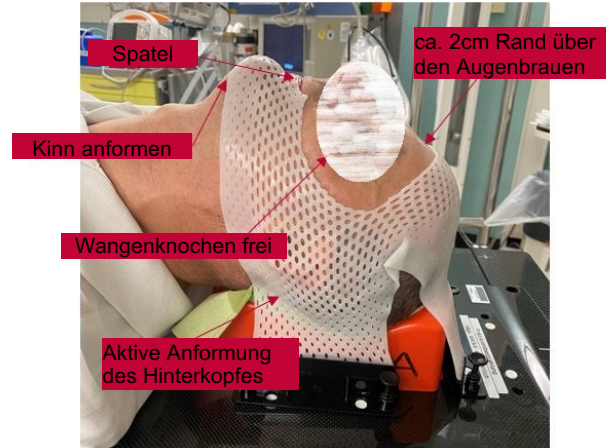
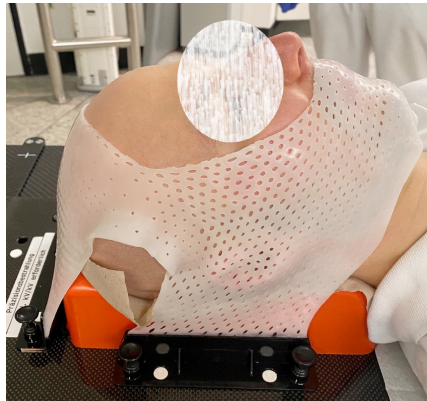
- Franz Töwe -

## Markerlose Bestrahlung:

- Mamma-CA (DIBH, FB)
- Lungen-CA
- Kopfbestrahlungen
- HNO
- Extremitäten



## einteiliges Maskensystem (Unger)



### Maskenmaterial

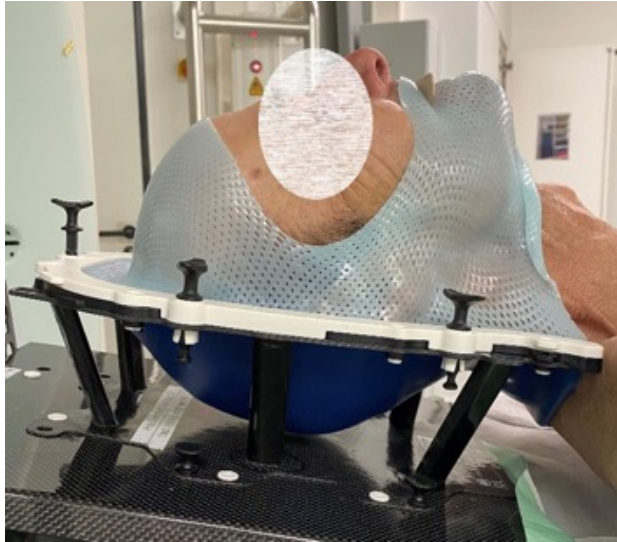
- Thermoplastisch + synthetisch
- Deformierbar im Hitzeofen

### Kriterien während der Herstellung:

- Ca. 2 cm freie Fläche über den Augenbrauen / Stirnbereich
- Kinn anformen
- Wangenknochen frei
- Aktives Anformen des Hinterkopfes

### Fertige Maske

- Iterativer Prozess, um die praktikabelste Passform für die klin. Routine zu finden

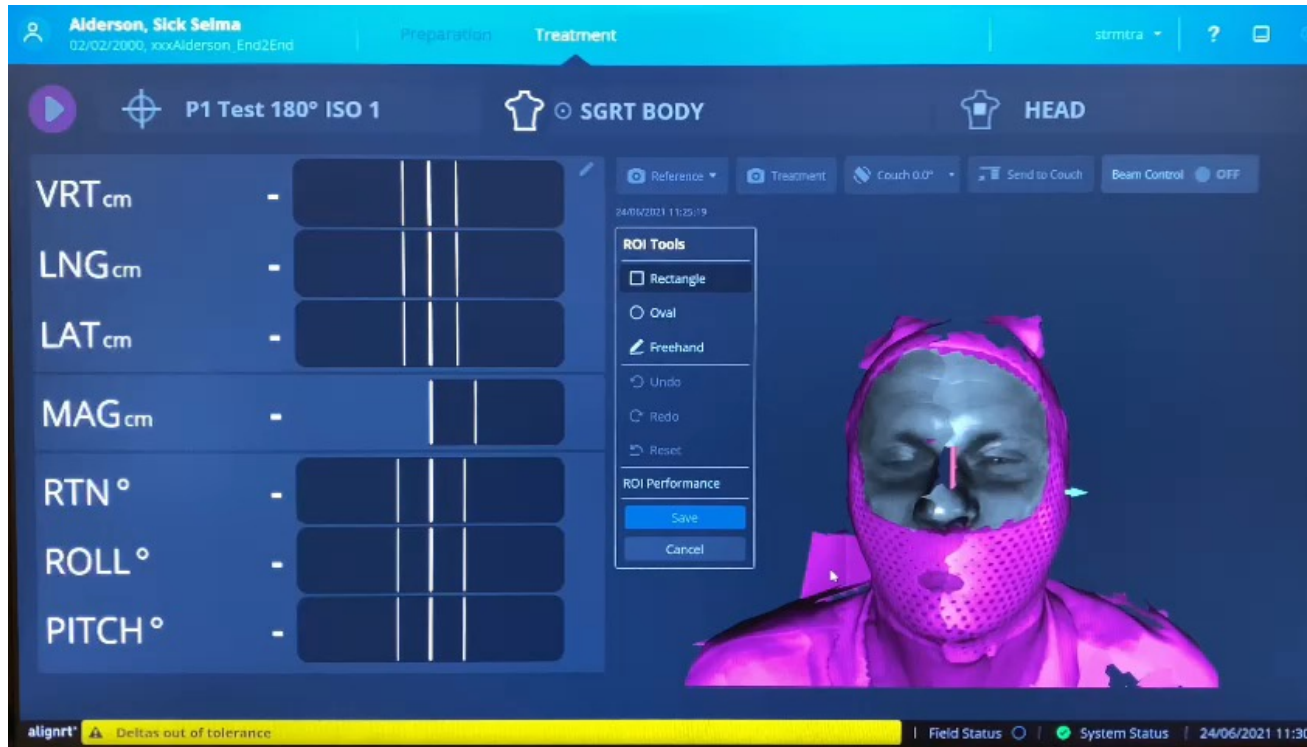


zweiteiliges Präzisionsmaskensystem  
(Marcromedix) für  
Hochdosisbestrahlung

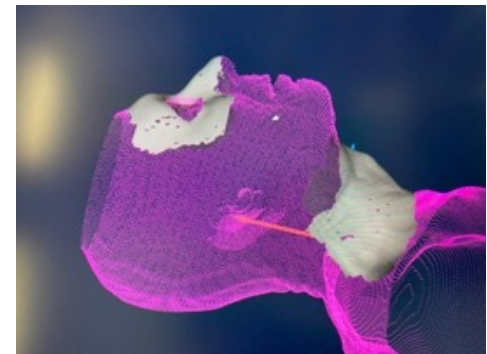
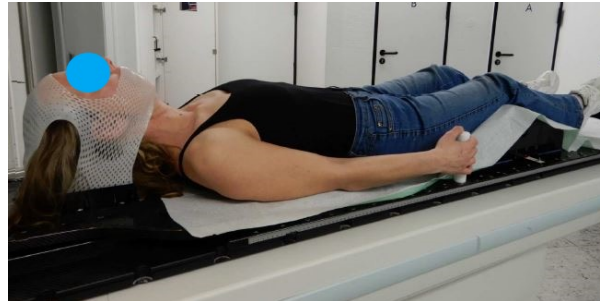
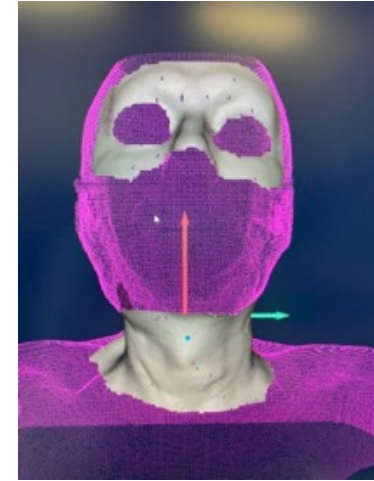


einteiliges Maskensystem (Unger) für  
normofraktionierte RT (Ganzhirn,  
Glio, HNO etc.)

Prozedere am AlignRT (ROI anlagen, Positionierung)

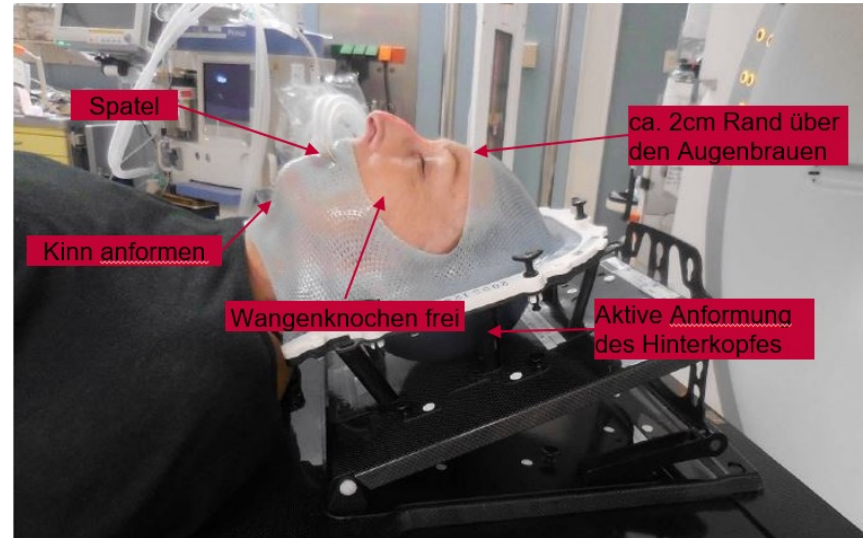


- + Patientenkomfort
- + Schwellung kann detektiert werden
- + Gewichtsverlust / Volumen-  
abnahmen können detektiert werden  
(mehr Beweglichkeit innerhalb der  
Maske)





- Duales Masken System
- Bestehend aus Hinterkopf- Schale und Gesichtsmaske, angepasst an die relevanten zu detektierenden Strukturen



**Kopfneigung des Patienten ist eine zusätzliche Fixierung nötig?**

Kopfneigung des Patienten ist eine Lagerung des Patienten in 0 Position Sinnvoll?



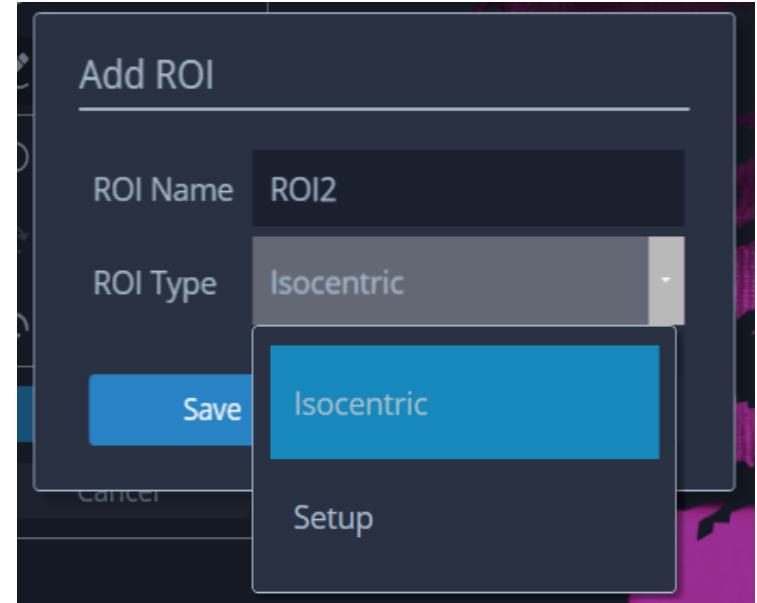
# Zwei geteilte Isozentrische ROI (duale- ROI)

- Zusätzlich zur ROI im Gesicht des Patienten soll nun auch die Lage der HWS und der Halsweichteile detektiert werden
- Hierfür wird dann eine Duale ROI Angelegt
- Hier haben dann beide ROIs den gleichen Einfluss auf die Abweichungen in den

Translationen

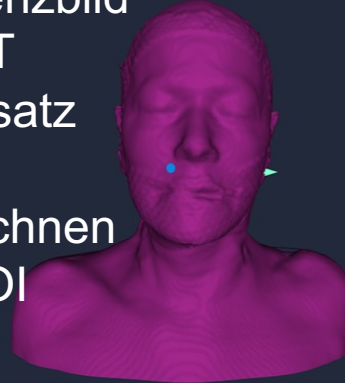
Rotationen

VRT <sub>cm</sub>	-0.17
LNG <sub>cm</sub>	0.19
LAT <sub>cm</sub>	-0.10
MAG <sub>cm</sub>	0.27
Rtn°	-0.6
Roll°	-0.1
Pitch°	0.0



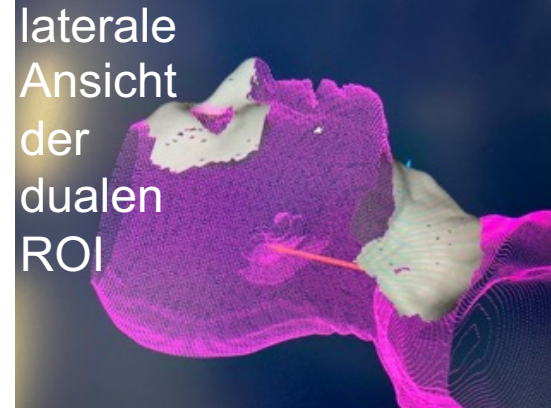


Referenzbild aus CT Datensatz vor einzeichnen der ROI

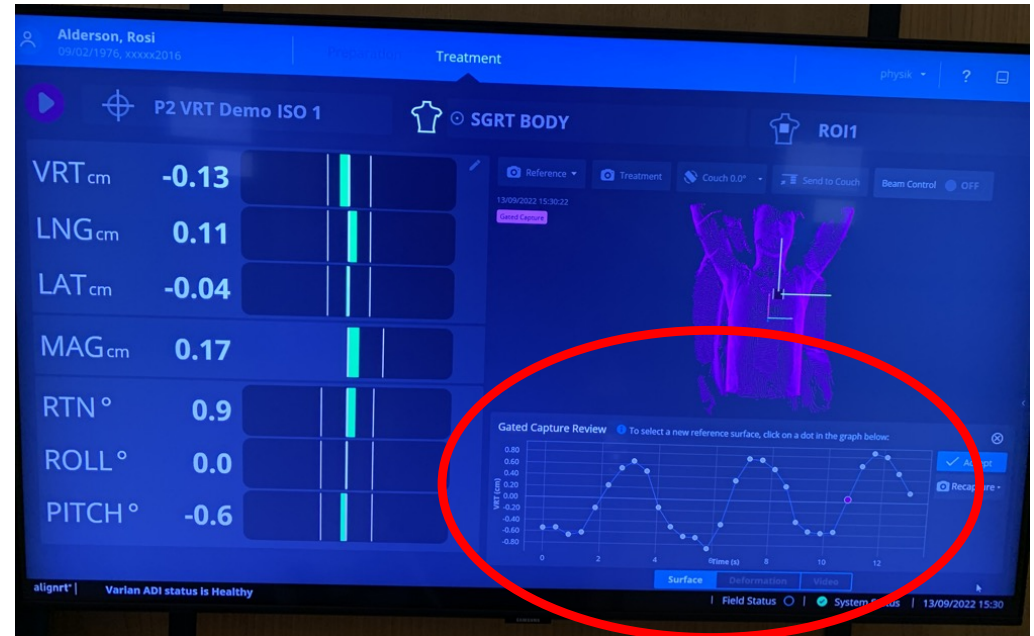


duale ROI

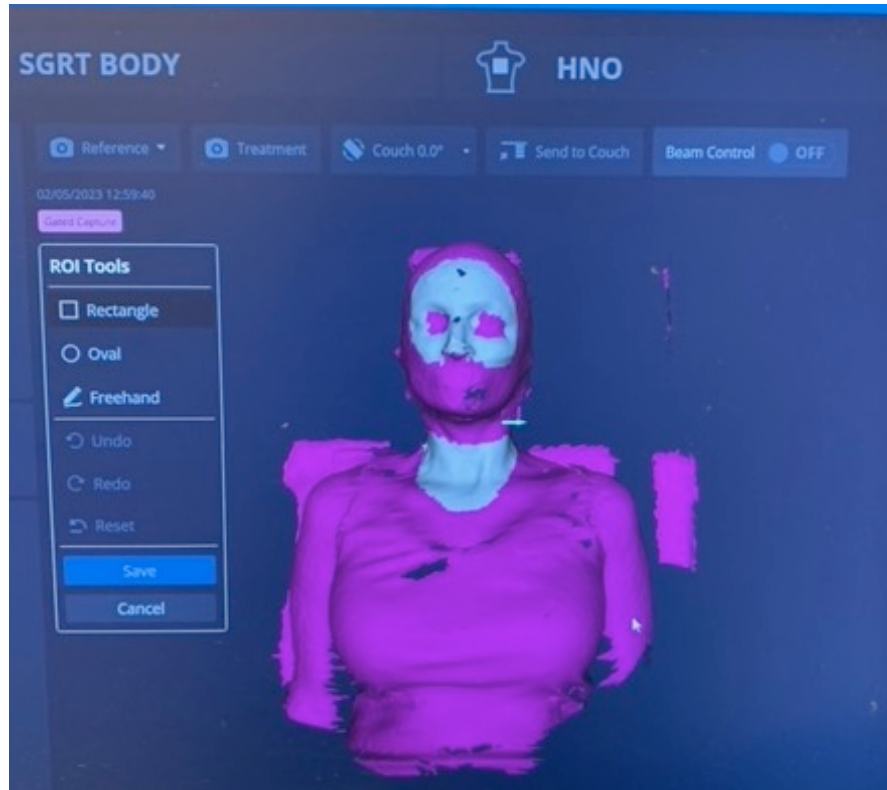
laterale Ansicht der dualen ROI



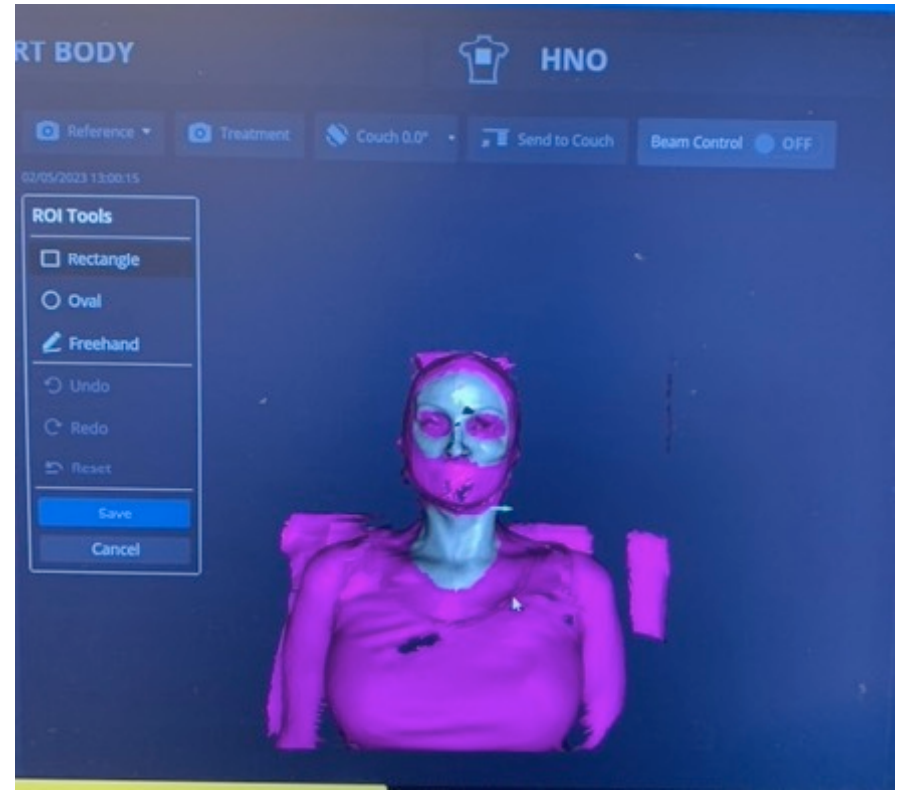
- dynamische Oberflächen zur Berücksichtigung atemabhängiger Bestrahlungen
- Trackingpunkt isozentrumsnah
- Positionierung live und unkompliziert möglich



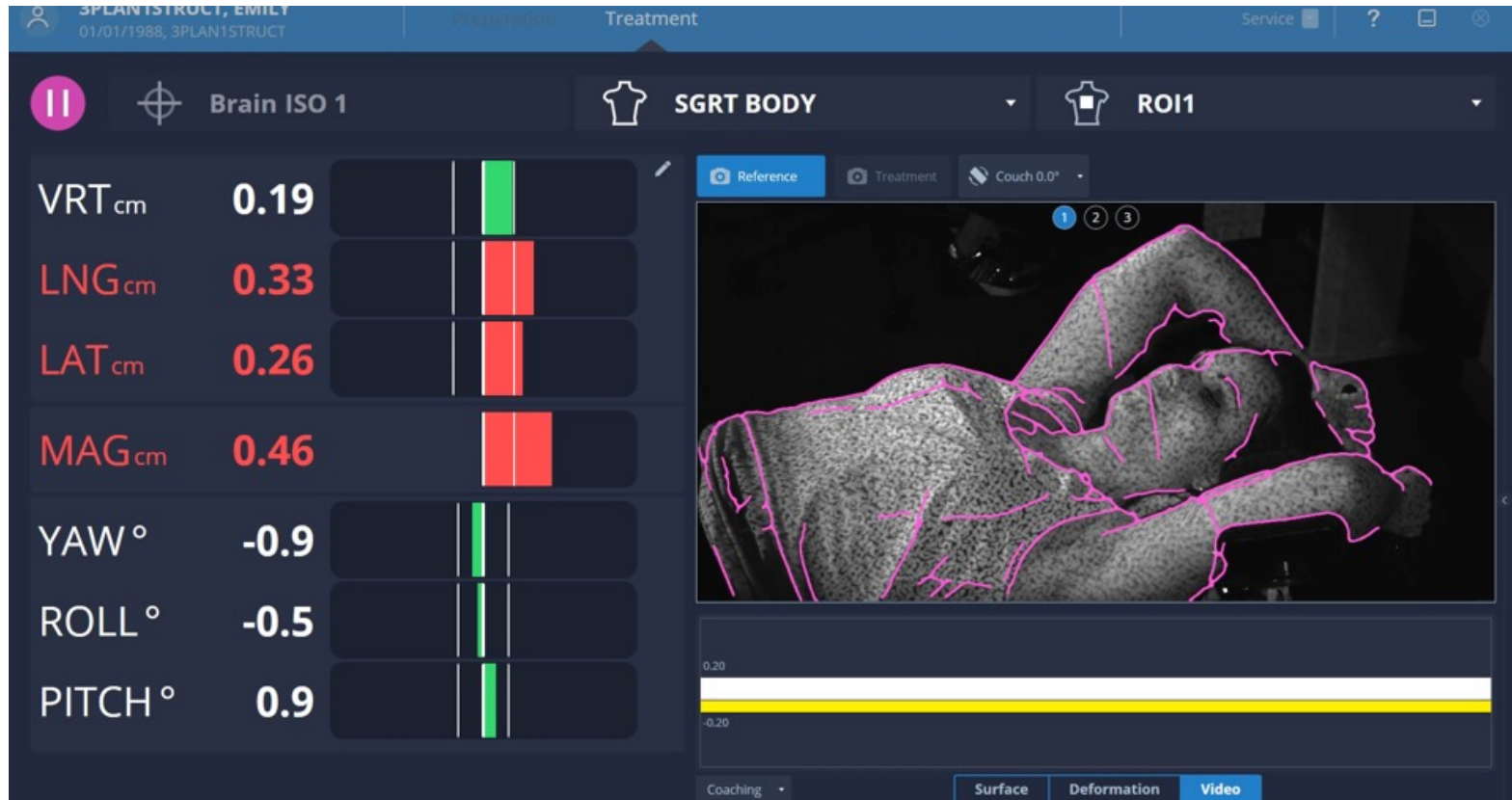
## Oberfläche mit Gating



## Oberfläche ohne Gating mit 3D Photo Funktion



# Lagerungsvideo mit der Postural Video Funktion





- Lagerung ohne Maske → perfekte optimale Positionierung Maske

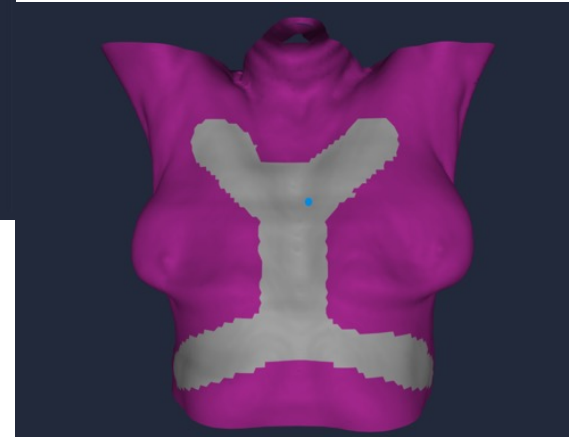
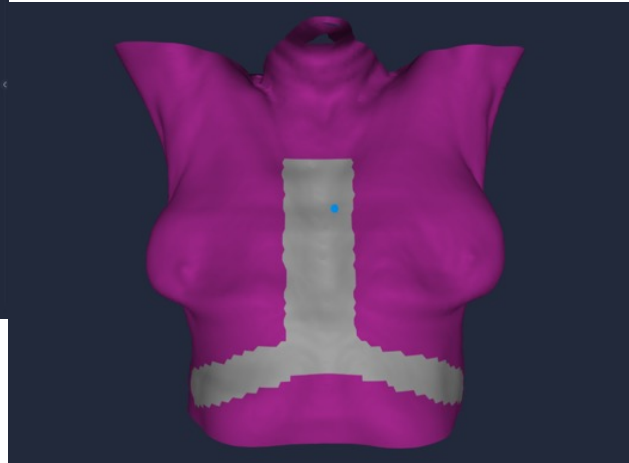
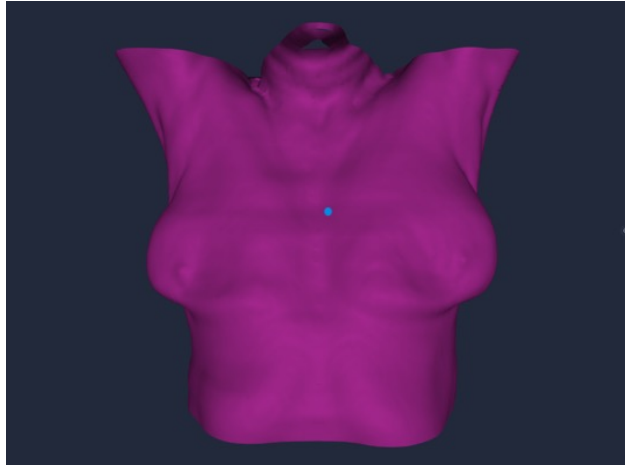


# Schulterpositionskontrolle mit Hilfe der Video-Funktion





Mit dem Deformation Tool werden Abweichungen durch z.B. Schwellungen oder Gewichtsverlust sichtbar gemacht

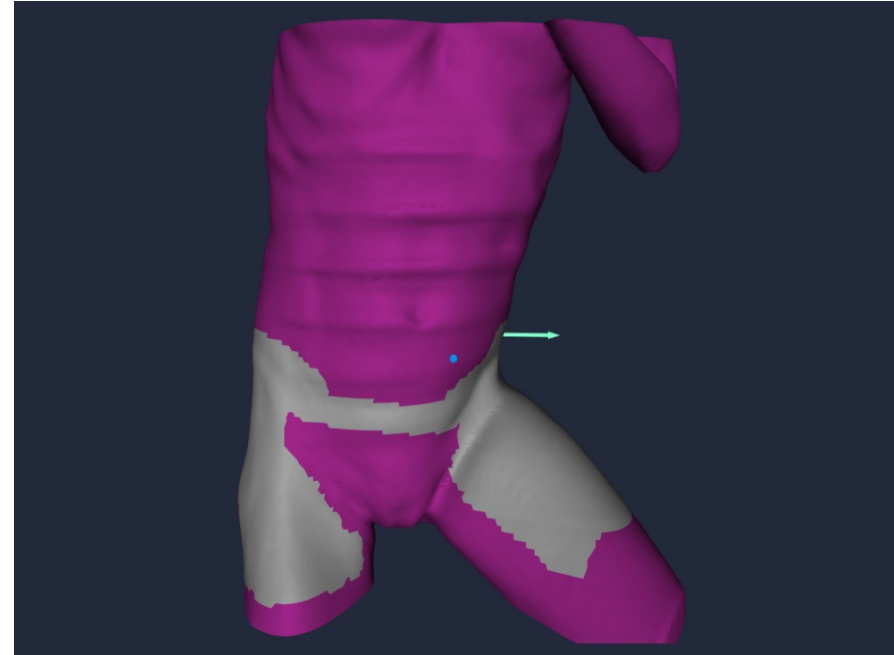






# Beispiel: weibliches und männliches Becken





- Wir bereiten unseren Arbeitsplatz nach den Notizen und Lagerungsbildern aus dem CT vor.
- Unsere Patienten werden grundsätzlich ohne Textilien im Behandlungsbereich gelagert, detektiert und bestrahlt.
- Wir lagern unsere Patienten weiterhin mit einem Handtuch.

**aber**

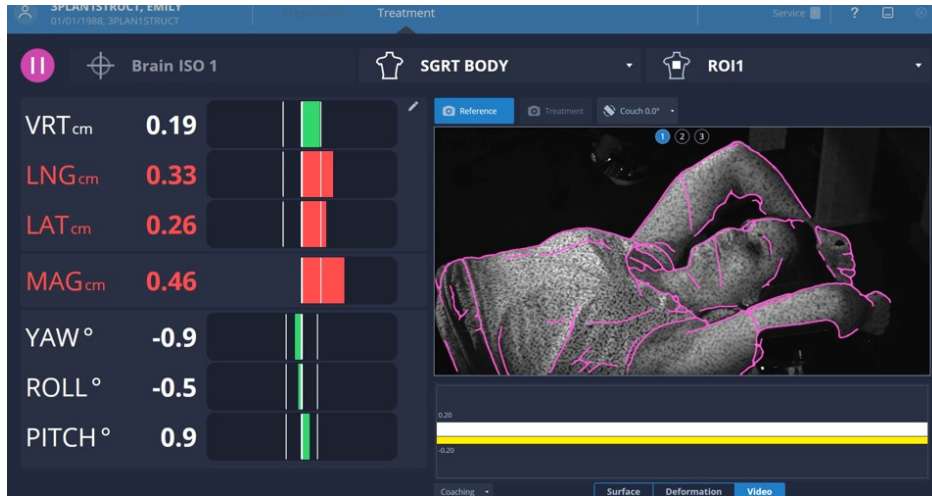
Der Patient hat keine Anzeichnung mehr auf der Haut, keine Tätowierung

**nichts**



Arbeiten bei normalem Raumlicht **ohne Laser** und entsprechender Dimmung des Raumlichts

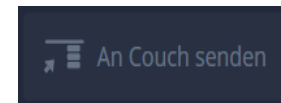
- Lagerung des Patienten auf den Patienten individuellen Lagerungshilfsmitteln
- Tisch Positionierung nach den zuletzt abgespeicherten Tischwerte



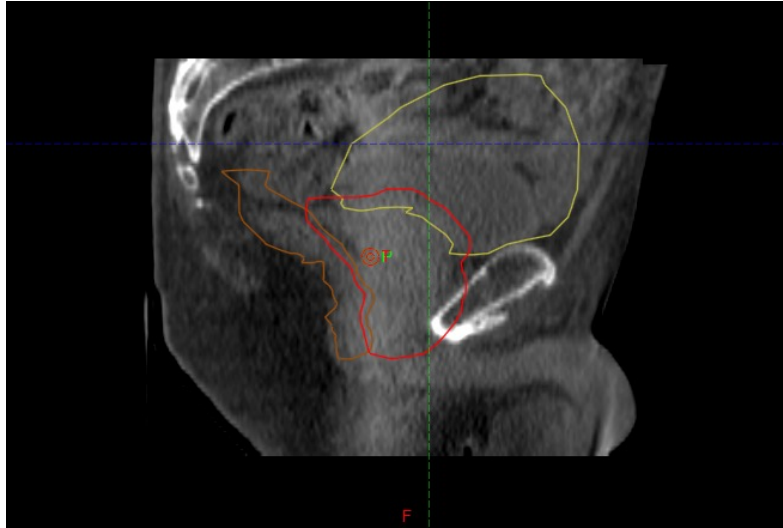
# aber

Ausrichtung und Körperhaltungs-Korrektur  
z. Bsp. mit Hilfe der **Video-Funktion**

Automatische Tischverschiebung über



→ schon die Handgelenke

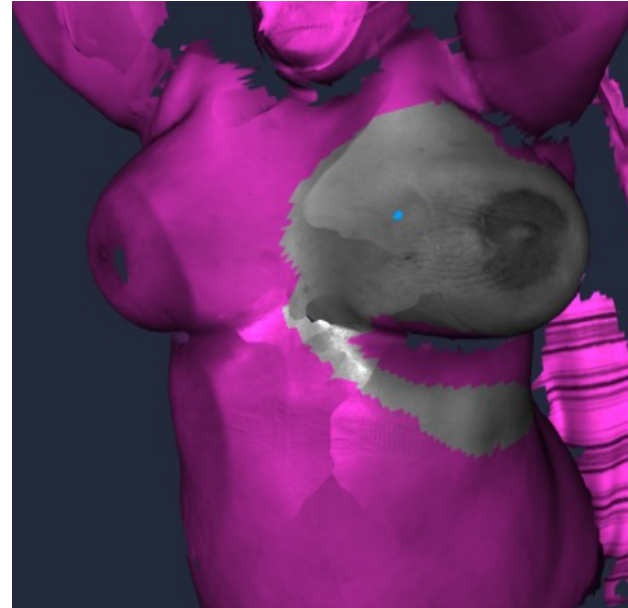




- unsere Patienten bekommen schon bei der Aufklärung erklärt, dass Haare im Bestrahlungsbereich kurz sein sollten, um im Behandlungsbereich gut detektieren zu können
- hierbei geht es vor allem, um starke Brustbehaarung bei der Bestrahlung im Thorax Bereich und die Intimbehaarung im Beckenbereich
- Buschige Augenbrauen werden ausgespart, Gesichtsbehaarung (Bart) von der Bestrahlungsmaske überlagert



- Als Faustregel gilt: Überall dort, wo die Kamera nicht detektieren kann, sollte keine ROI gezeichnet werden
- bei Patienten mit großer oder sehr schlaffer Brust sollten Falten ausgespart werden
- dasselbe gilt für die Axilla
- als Alternative kann sehr gut der Rippenbogen für die ROI genutzt werden



- Bei einer flachen Body-Struktur, muss die ROI Topographie bekommen, um besser detektiert werden zu können.
- Hier ist das Erweitern der ROI auf die Gegenseite eine gute Möglichkeit, um dem System Orientierung zu bieten.

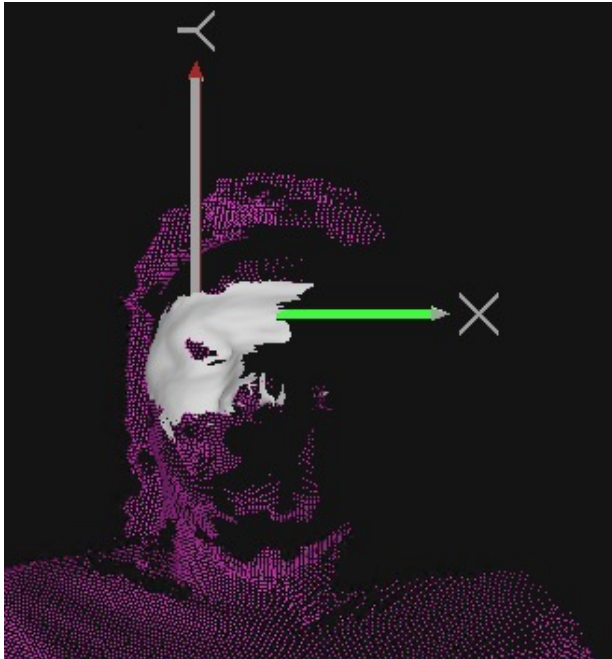


- Interdisziplinäre zusammen Arbeit im Team
- Einbeziehen aller Berufsgruppen
- MTRA muss Funktion kennen und verstehen, um daran zu glauben
- Konstruktive Kritik ernst nehmen und überdenken
- Chance, um zusammen zu wachsen

## ACHTUNG!

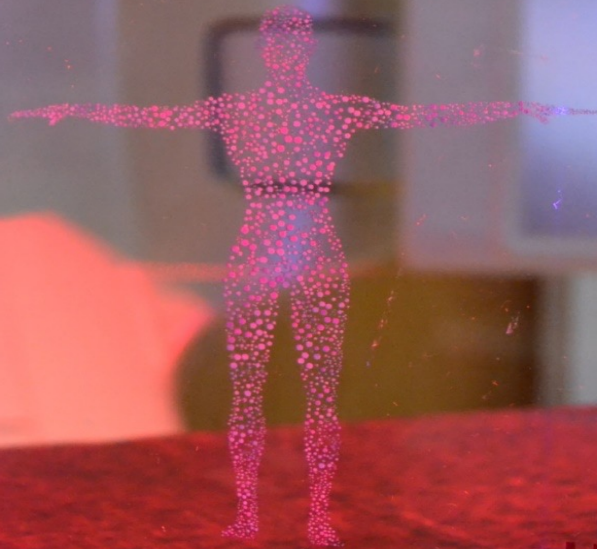
Bevor das Reference Capture aufgenommen wird:

- Imager einfahren
- Gantry 0° oder 180°



Falls das Capture dennoch falsch aufgenommen und übernommen wurde, muss ein neues Ref. Capture aufgenommen werden und die ROI anschließend nachbearbeitet und um den fehlenden Anteil erweitert werden!

TATTOO AND MARK FREE TREATMENT CENTRE  
Vivantes MVZ Berlin-Neukölln



alignrt®

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**



## Masken Unger Medizintechnik

[https://jimdo-](https://jimdo-storage.freetls.fastly.net/image/321037361/0883ae44-0148-443f-a3fe-83ce8bca83f8.jpg?format=pjpg&quality=80,90&auto=webp&disable=upscale&width=1280&height=427&trim=148,0,148,0)

[storage.freetls.fastly.net/image/321037361/](https://jimdo-storage.freetls.fastly.net/image/321037361/0883ae44-0148-443f-a3fe-83ce8bca83f8.jpg?format=pjpg&quality=80,90&auto=webp&disable=upscale&width=1280&height=427&trim=148,0,148,0)

[0883ae44-0148-443f-a3fe-](https://jimdo-storage.freetls.fastly.net/image/321037361/0883ae44-0148-443f-a3fe-83ce8bca83f8.jpg?format=pjpg&quality=80,90&auto=webp&disable=upscale&width=1280&height=427&trim=148,0,148,0)

[83ce8bca83f8.jpg?format=pjpg&quality=80](https://jimdo-storage.freetls.fastly.net/image/321037361/0883ae44-0148-443f-a3fe-83ce8bca83f8.jpg?format=pjpg&quality=80,90&auto=webp&disable=upscale&width=1280&height=427&trim=148,0,148,0)

[,90&auto=webp&disable=upscale&width=1](https://jimdo-storage.freetls.fastly.net/image/321037361/0883ae44-0148-443f-a3fe-83ce8bca83f8.jpg?format=pjpg&quality=80,90&auto=webp&disable=upscale&width=1280&height=427&trim=148,0,148,0)

[280&height=427&trim=148,0,148,0](https://jimdo-storage.freetls.fastly.net/image/321037361/0883ae44-0148-443f-a3fe-83ce8bca83f8.jpg?format=pjpg&quality=80,90&auto=webp&disable=upscale&width=1280&height=427&trim=148,0,148,0)