

Einsatz der 4D-CT für die Lungenstereotaxie und Kommissionierung/Qualitätssicherung für das phasenbasierte respiratorische Linac-Gating



AGENDA

- Kurze Vorstellung
- Grundlegende Gedanken zu SRS und SBRT
- Sim RT
- Vom 4D CT zum iCTV
- Vom Plan zur Bestrahlung





- 1200 PATIENTEN / JAHR
- HAUPTDIAGNOSEN(LUNGE, PROSTATA, MAMMA, HNO)
- SBRT LUNGE, LEBER, NEBENNIERE
- SRS HIRNMETASTASEN

UNSER EQUIPMENT

- 2 ELEKTA LINACS (HARMONY, SYNERGY)
- MONACO EOP 6.2.3.0
- MOSAIQ VERSION 3.2.2.0
- PHILIPS BIG BORE CT
- ALIGNRT
- SIMRT

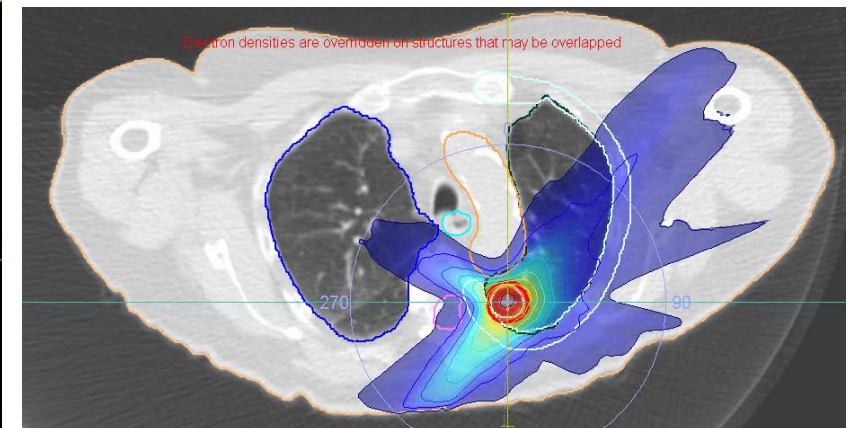
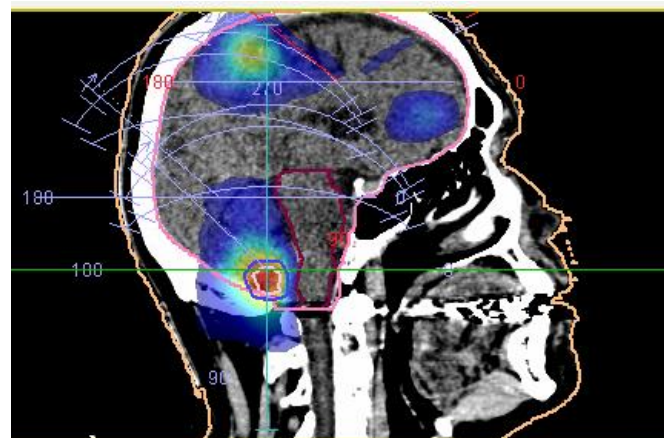
Grundsätzliches zu SRS / SBRT



DEFINITION SRS /SBRT BEHANDLUNGEN

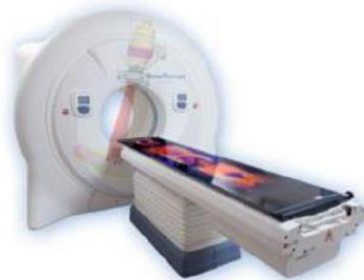
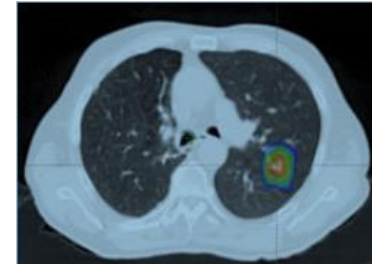
Stereotactic radiosurgery (SRS) is a non-surgical radiation therapy used to treat functional abnormalities and small tumors of the brain. It can deliver precisely-targeted radiation in fewer high-dose treatments than traditional therapy, which can help preserve healthy tissue. When SRS is used to treat body tumors, it's called stereotactic body radiotherapy (SBRT).

WWW.RADIOLOGYINFO.ORG



SRS / SBRT TREATMENTS

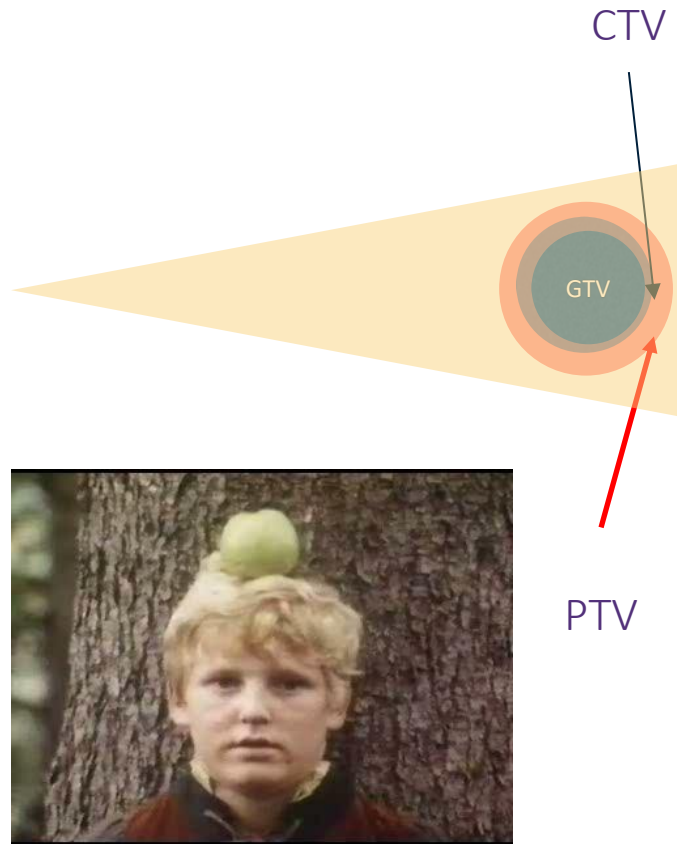
- KLEINE VOLUMINA 1 - 5 CM
- KLEINE SÄUME GTV -> PTV < 3 - 5 MM =>
- HOHE DOSIS PRO FRAKTION (7 – 35 GY/FX)
- WENIGER FRAKTIONEN (1-7)
- => HÖHERE PRÄZISION IN DER GESAMTEN KETTE



Grundsätzliches zur SBRT der Lunge



DIE ATMUNG IM BLICK



GTV / CTV Konzept

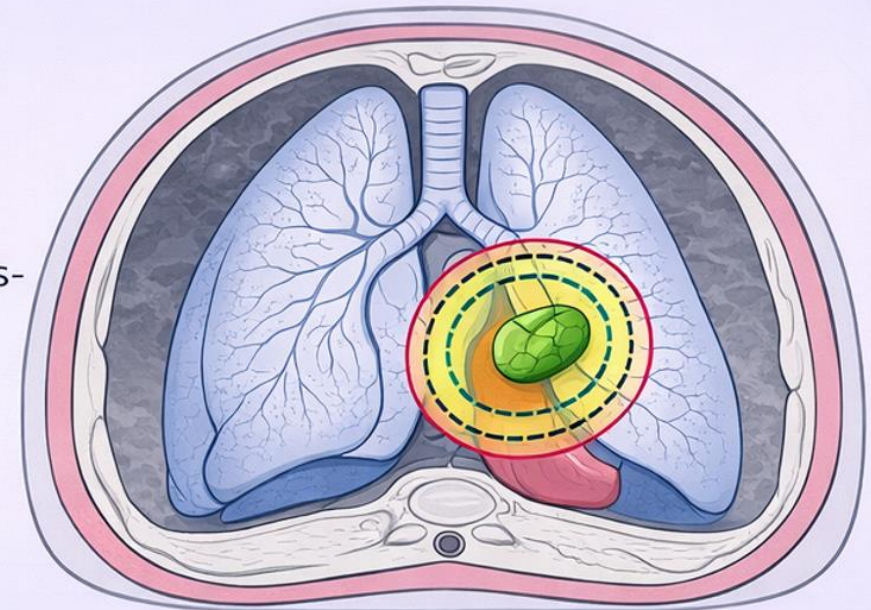
GTV GTV Tumor

CTV CTV

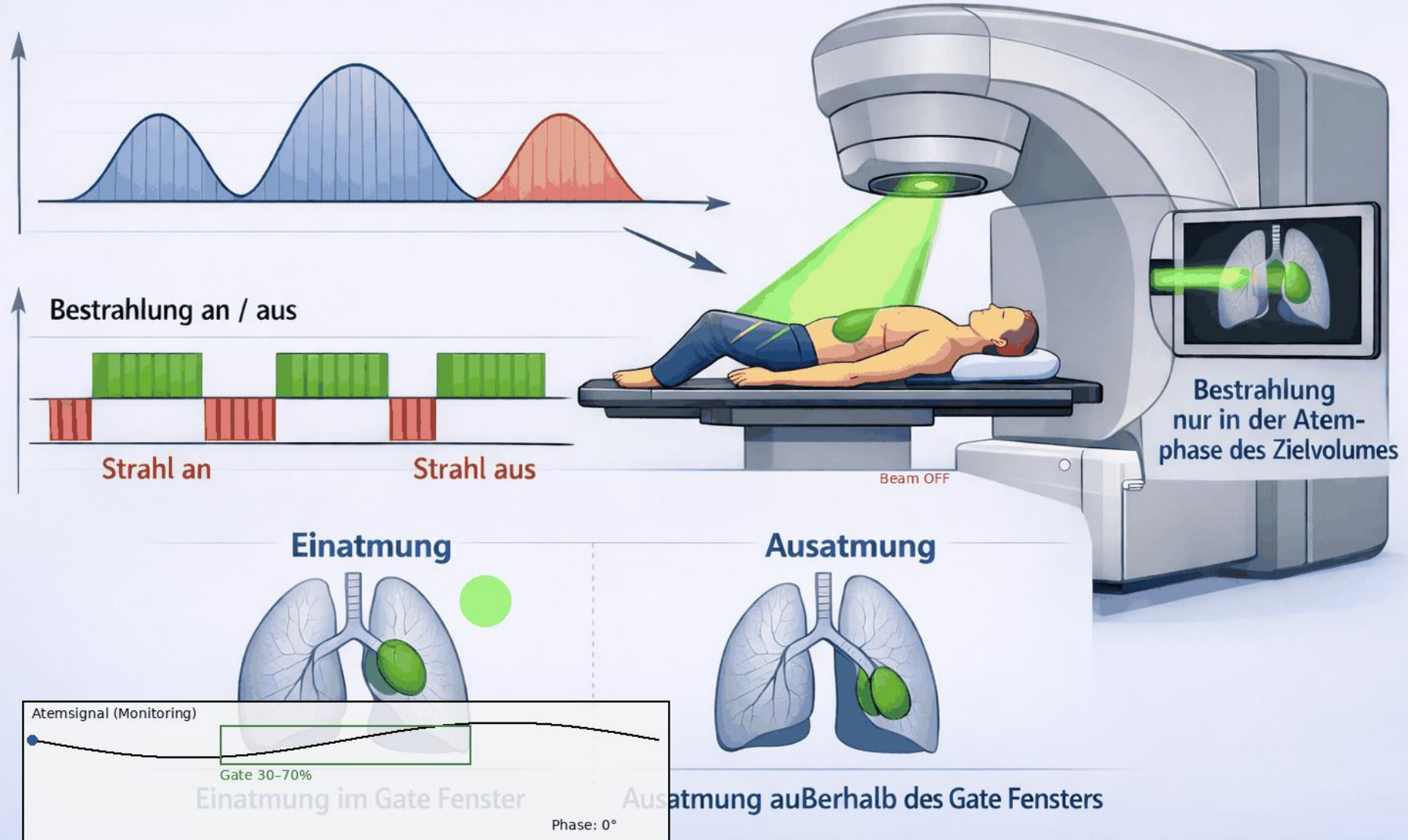
klinisches Zielvolumen,
mikroskopische Tumoraus-
breitung inkl. Sicherheits-
rand

GTV GTV Tumor

PTV PTV Tumor



Phasengesteuerte Atemsteuerung am Linearbeschleuniger



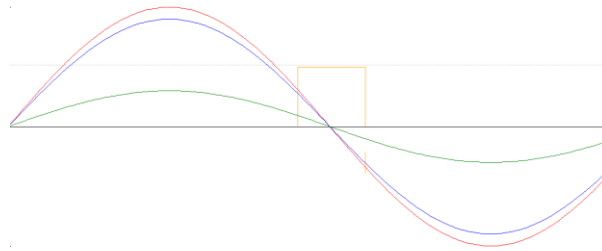
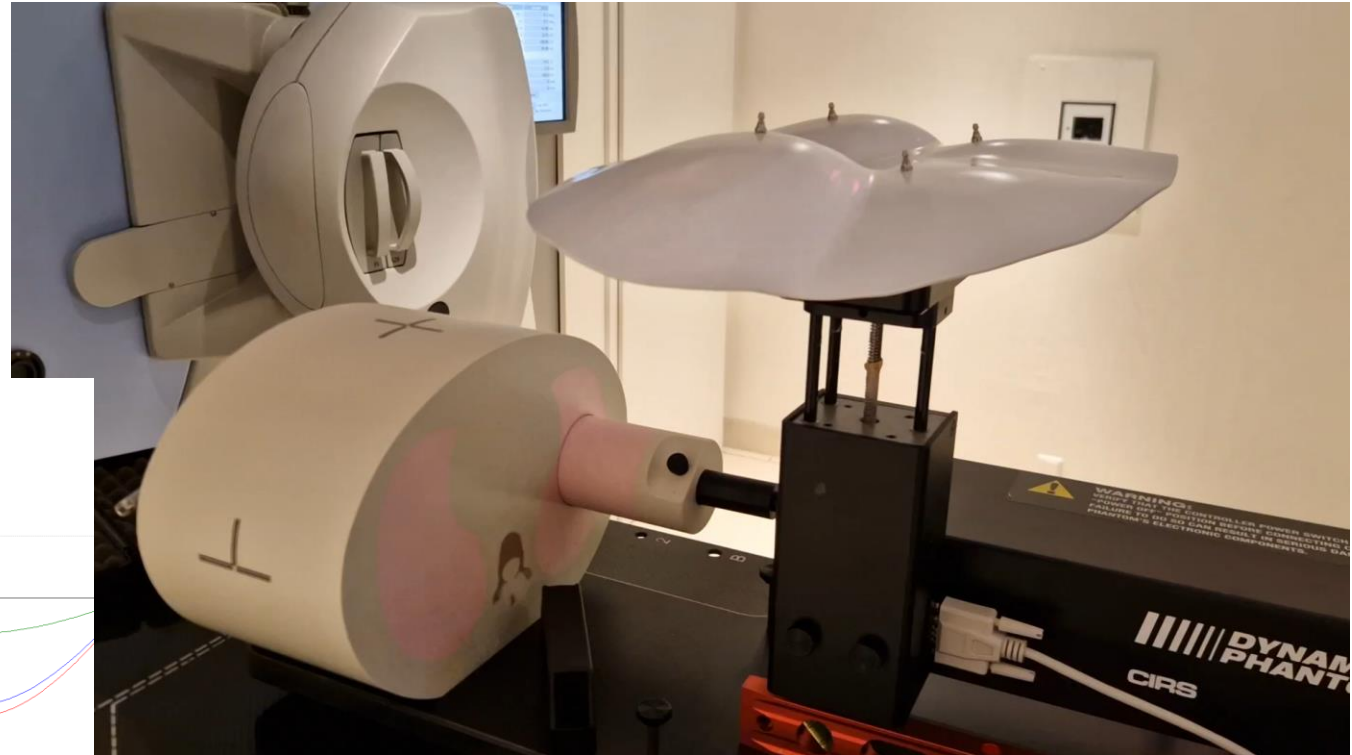
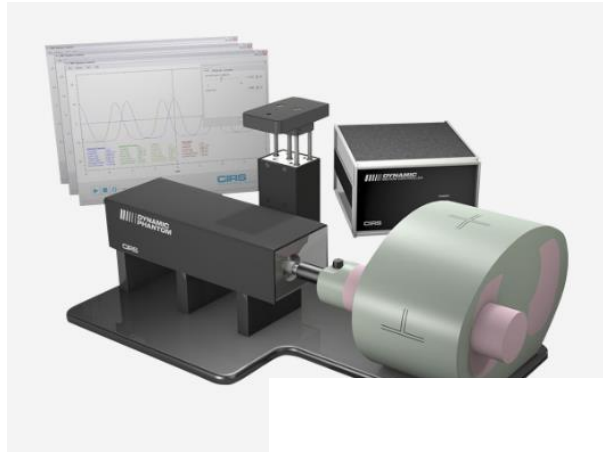
WHO How WHAT
WHEN ? WHY
WHERE

SIM RT

Der Weg zum 4D CT

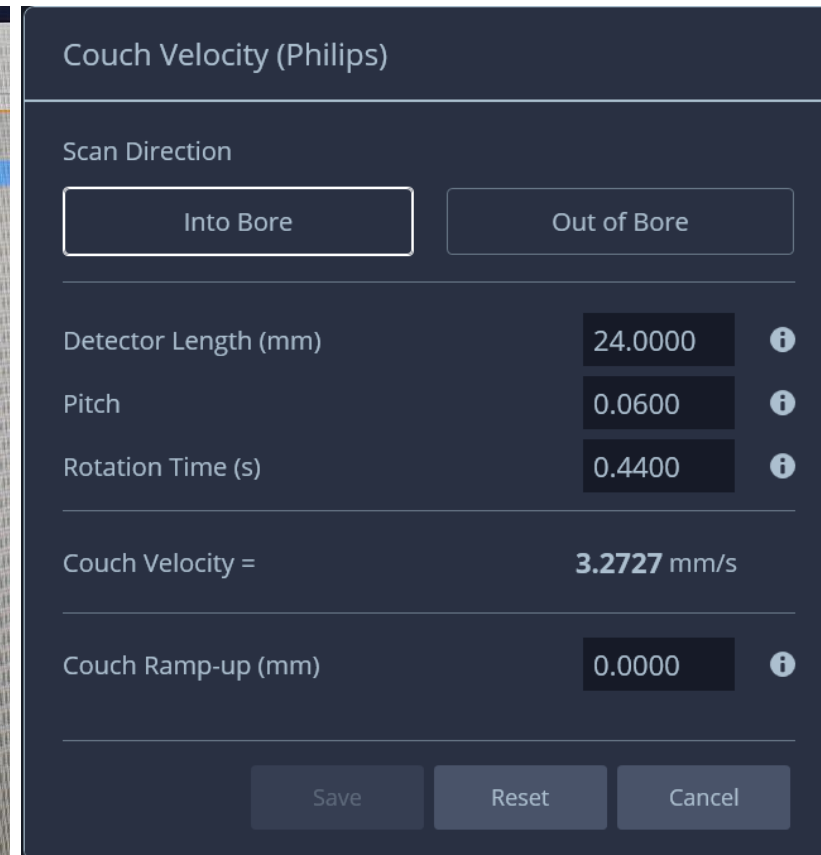
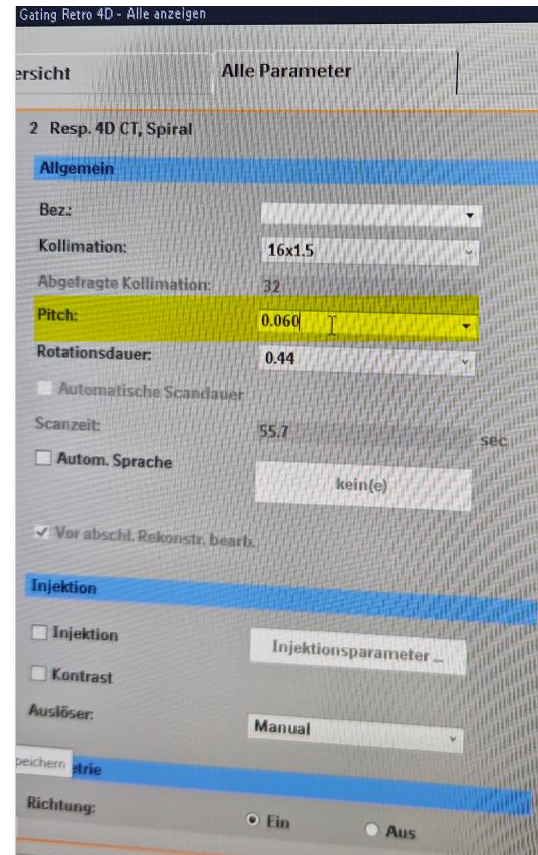
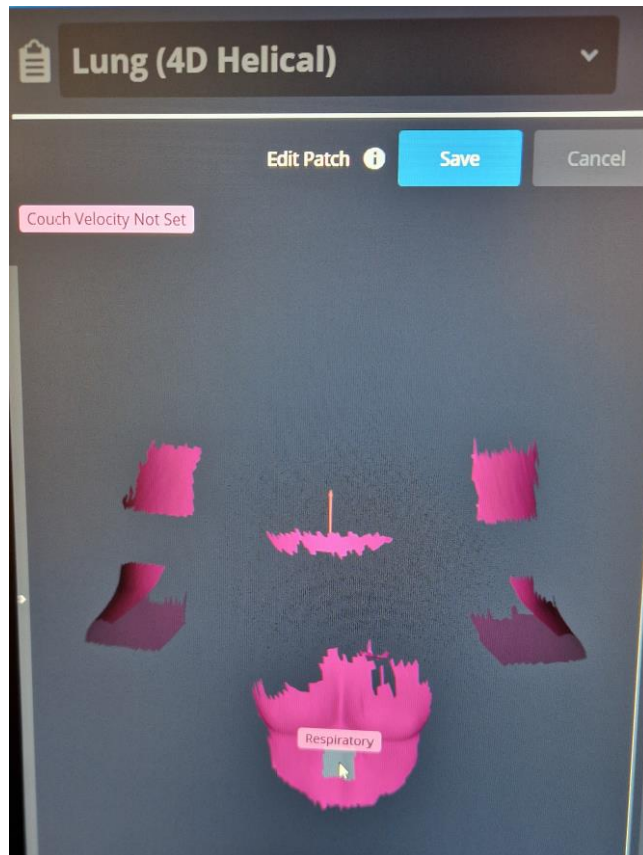


4D PHANTOM



Inflection/Parameter	Superior	Anterior/Posterior	Lateral	Rotational
Amplitude	40.00 mm	40.00 mm	40.00 mm	40.00 mm
Cycle Time	4.000 sec	4.000 sec	4.000 sec	4.000 sec
Phase Shift	0.000 sec	0.000 sec	0.000 sec	0.000 sec
Start Position	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm
Current Position	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm
ROI Avg. Position	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm	0.00 mm
ROI Total Time	4.000 sec	4.000 sec	4.000 sec	4.000 sec

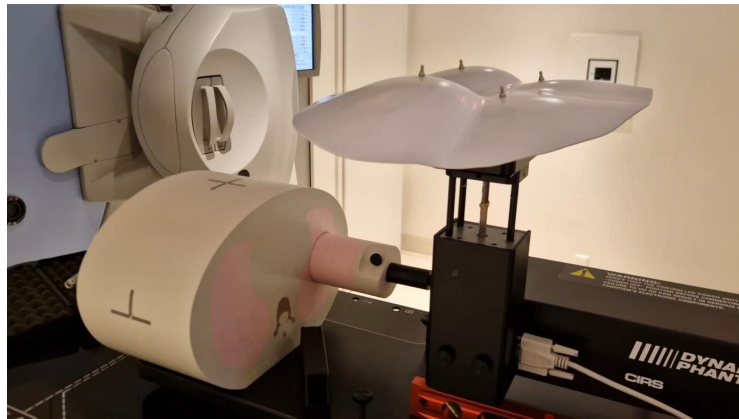
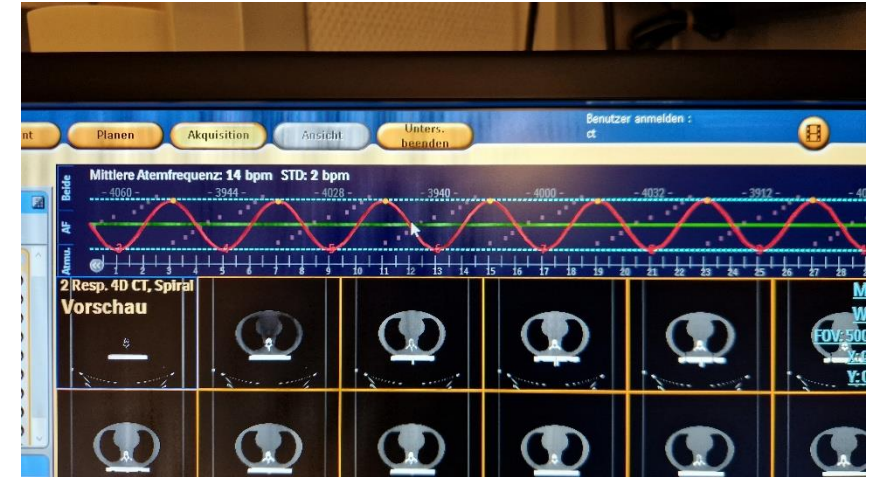
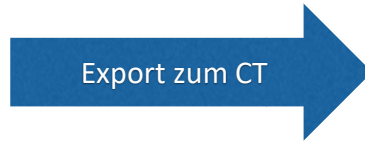
PATCH UND PITCH



PATCH UND PITCH



SIM RT



PHASENBASIERTES 4D CT

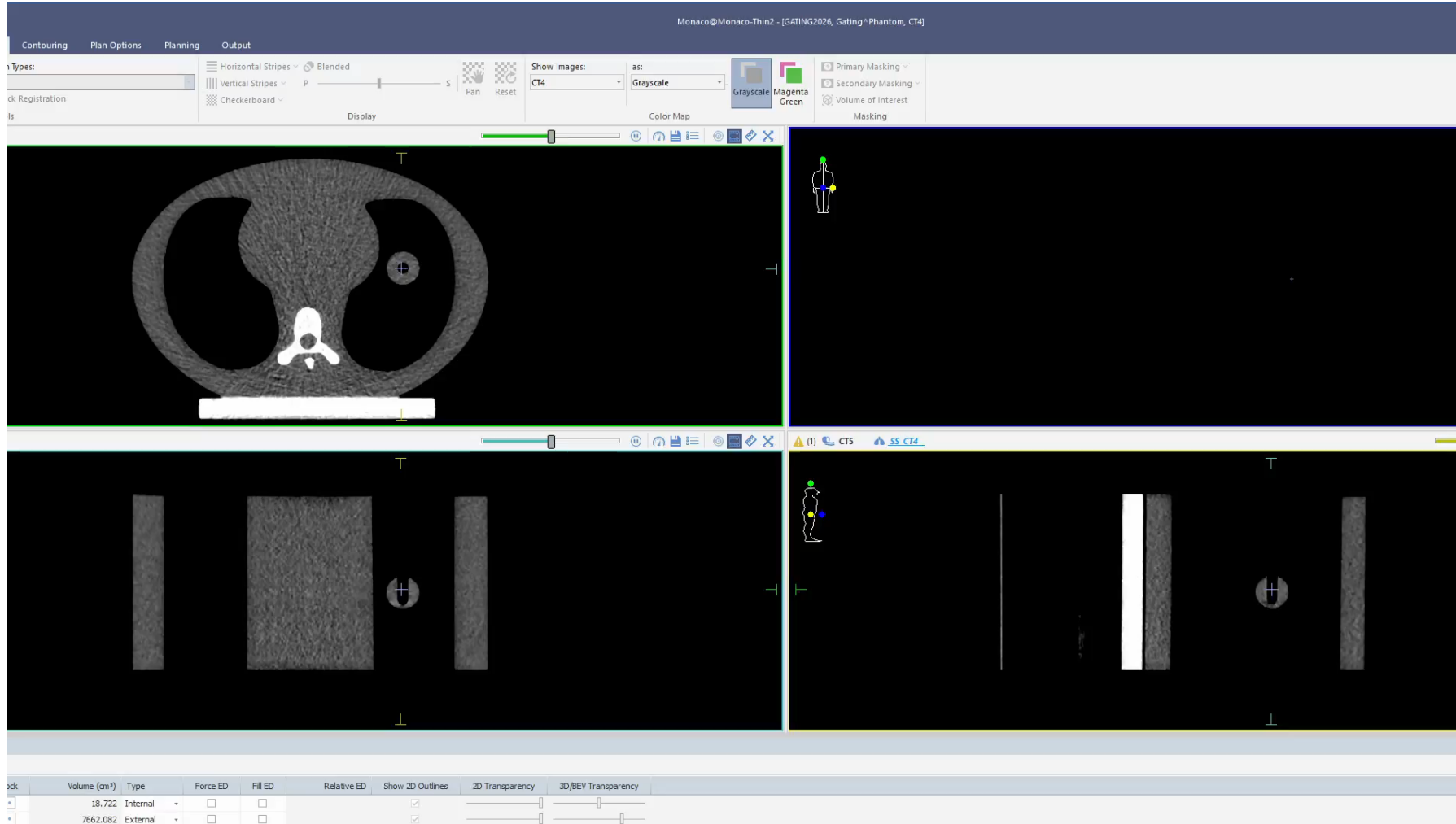
Monaco@Monaco-Thin2 - [GATING2026, Gating Phantom, CT4]

Contouring Plan Options Planning Output

Types: Horizontal Stripes Blended Vertical Stripes P Checkerboard

Show Images: CT4 as: Grayscale Color Map

Primary Masking Secondary Masking Volume of Interest Masking

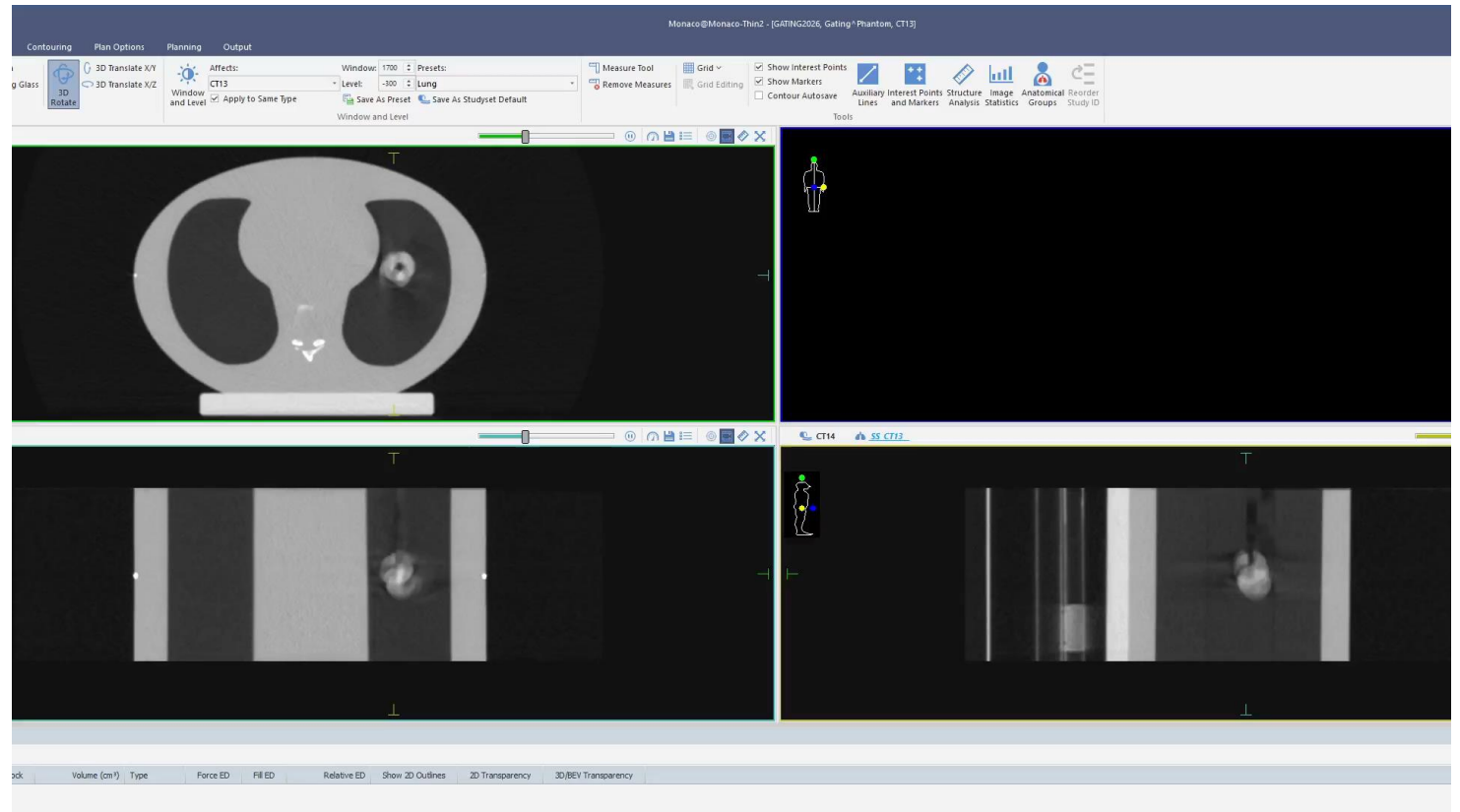
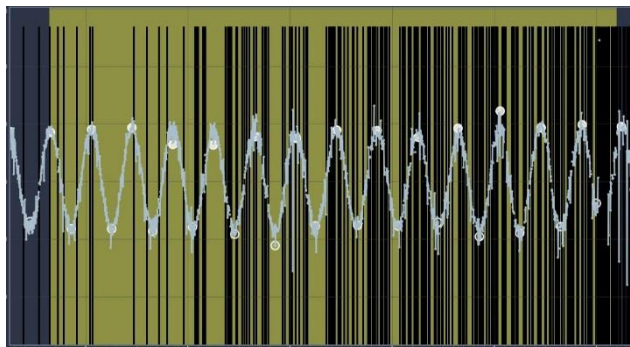
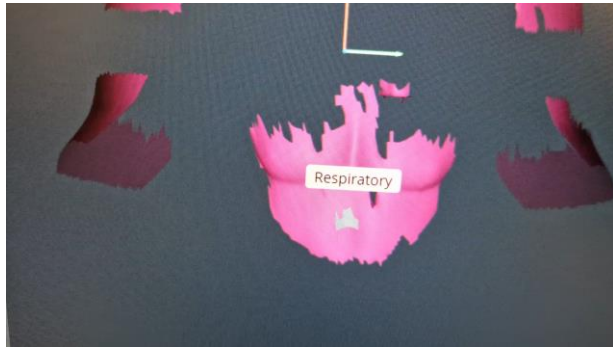


Object	Volume (cm ³)	Type	Force ED	Fill ED	Relative ED	Show 2D Outlines	2D Transparency	3D/BEV Transparency
1	18.722	Internal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	7662.082	External	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

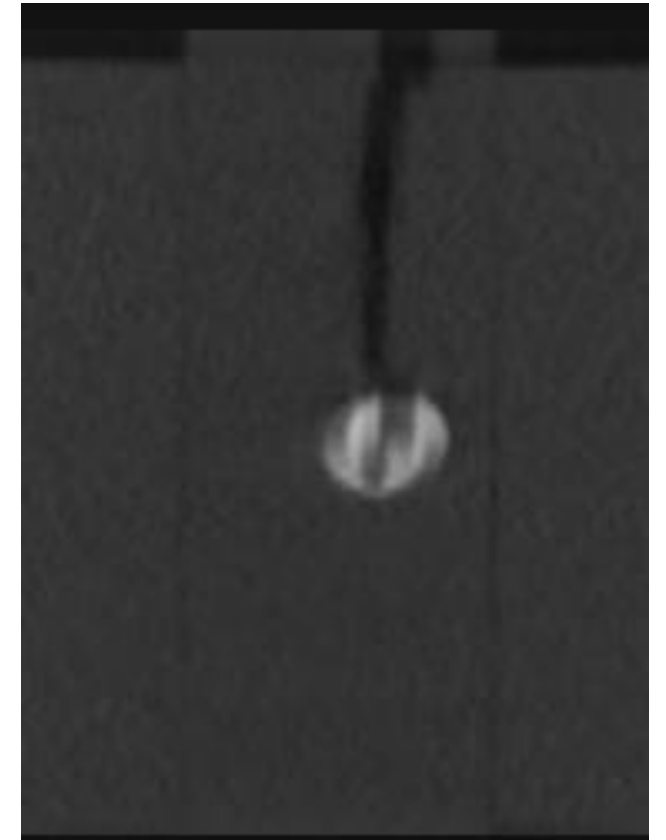
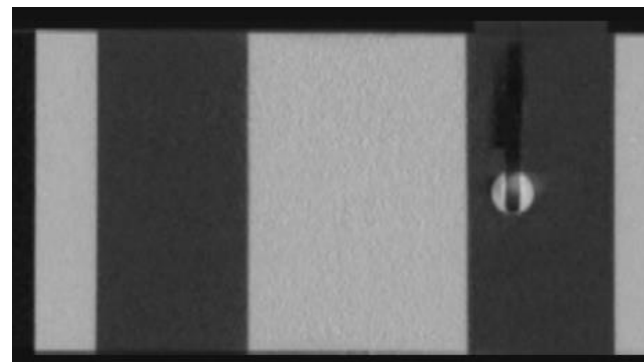
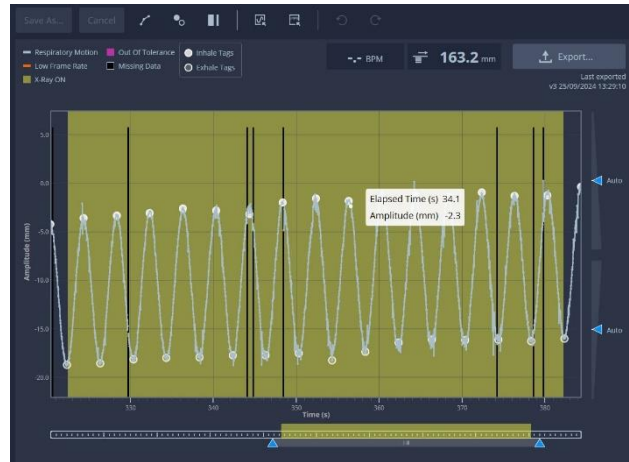
WORAUF IST ZU ACHTEN ?

- KONSTANTE BELEUCHTUNGSVERHÄLTNISSE IM UNTERSUCHUNGSRaum
- SYSTEMKALIBRIERUNG MINDESTENS ALLE 4 WOCHEN
- NETZWERKVERBINDUNG ZWISCHEN CT UND SIM RT FÜR KURVENEXPORT
- PITCH IN DER SIM RT UND AM CT MÜSSEN ÜBEREINSTIMMEN
- REGELMÄßIGE ATMUNG DES PATIENTEN (OFFLINE INTERFACE)
- POSITION DES PATCH

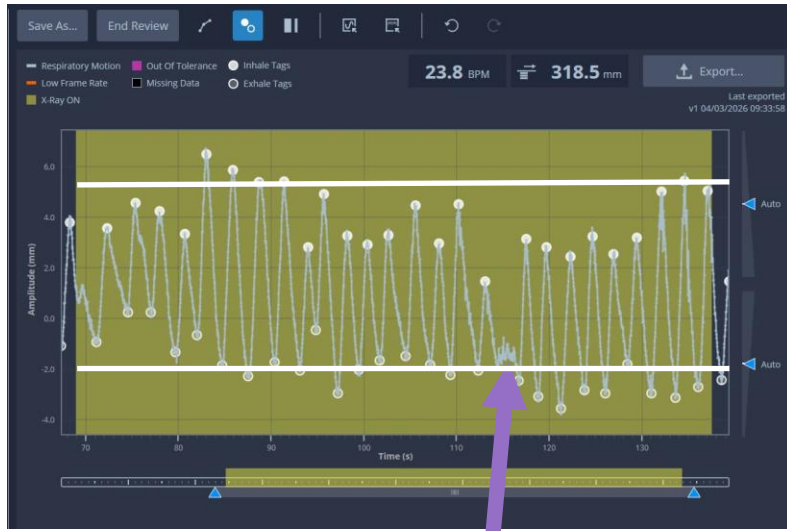
SCHLECHTES SIGNAL => SCHLECHTE BILDER



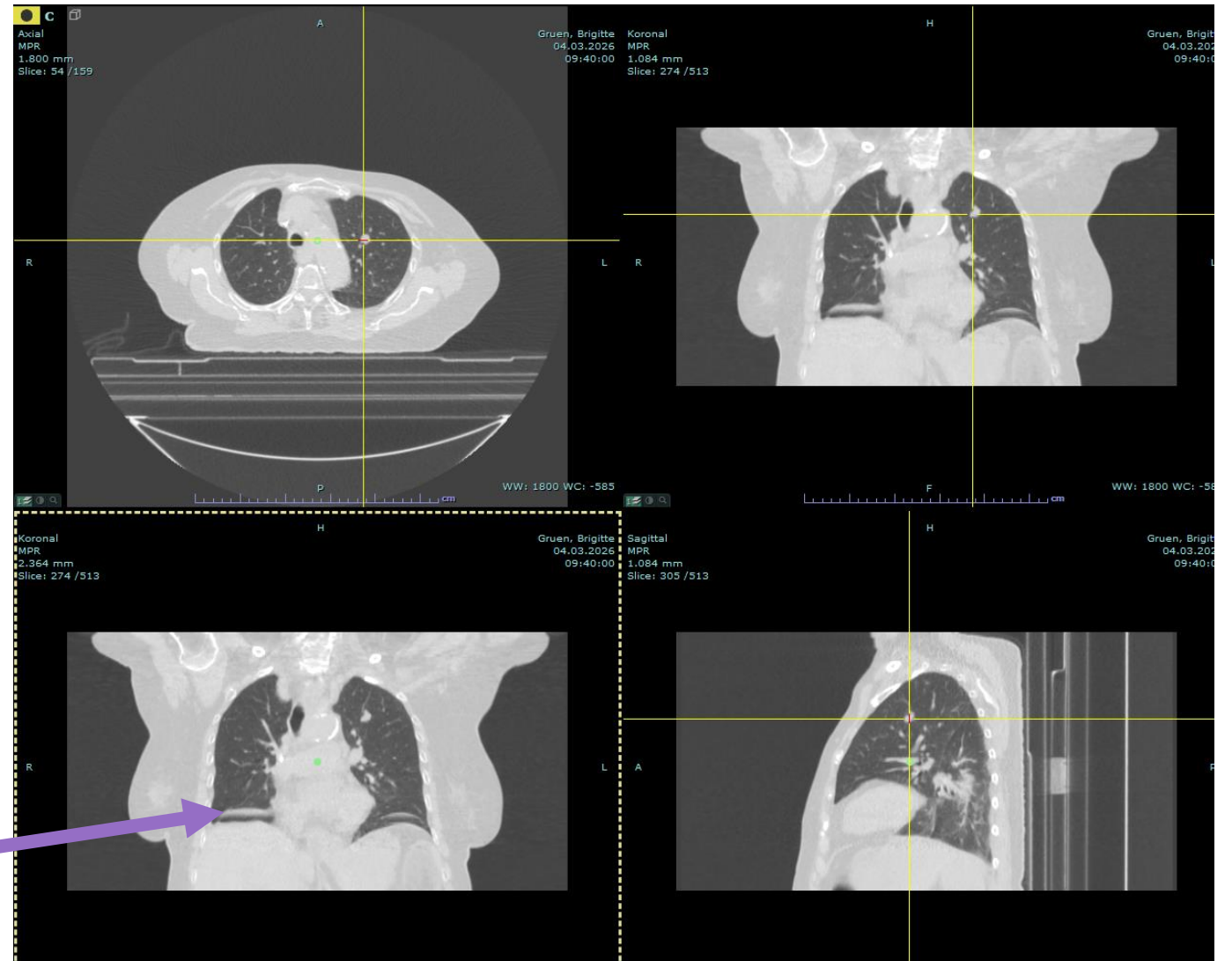
FALTUNGSFEHLER DURCH EINZELNE AUSSETZER



FALTUNGSFEHLER DURCH UNREGELMÄßIGE ATEMKURVE



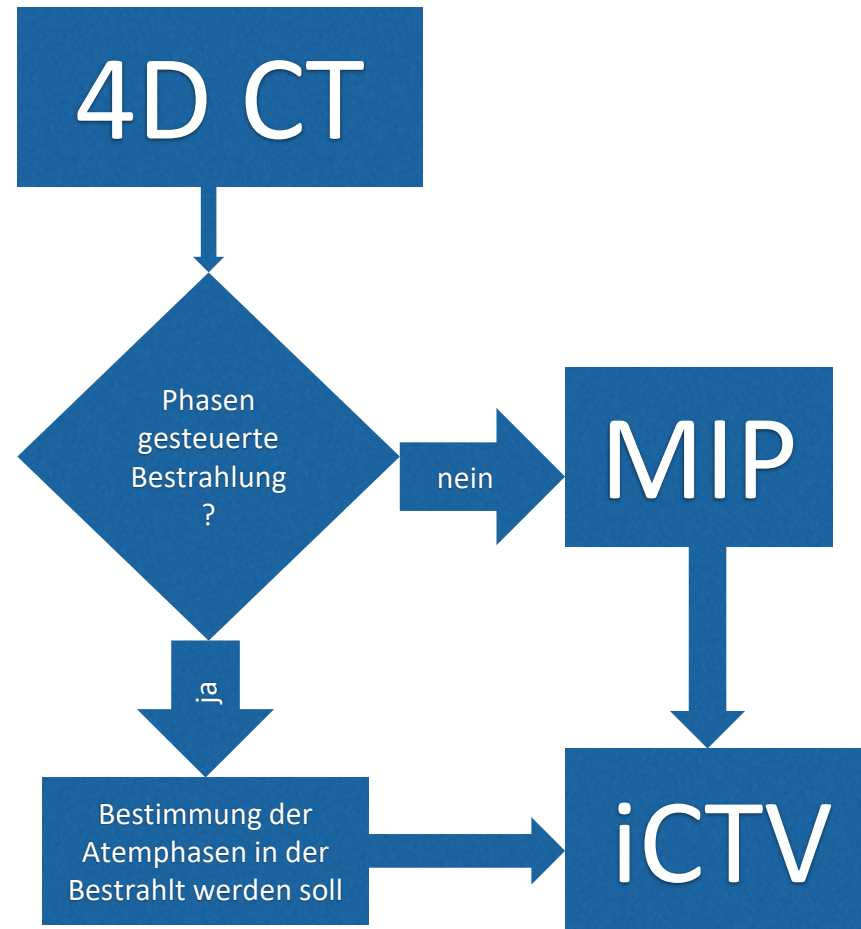
WECHSELNDE AMPLITUDE
+ KURZES HUSTEN



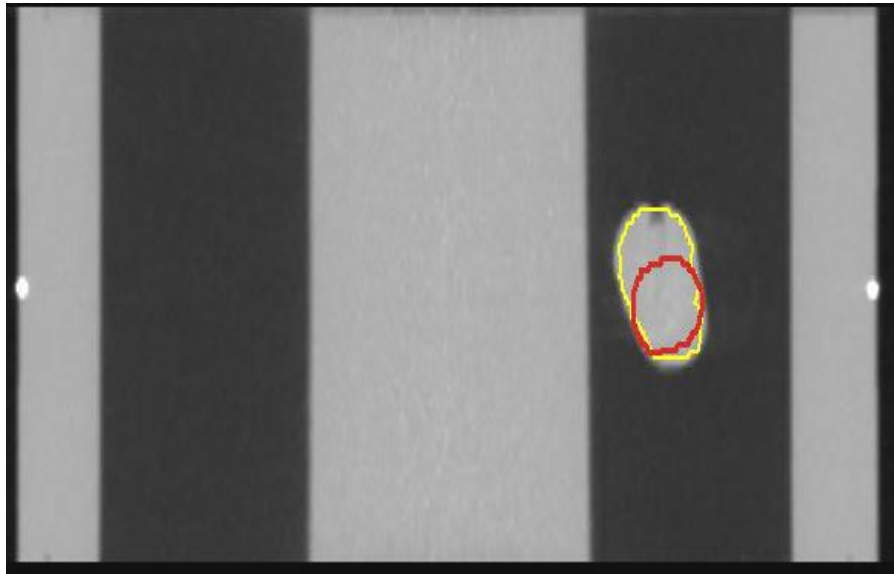
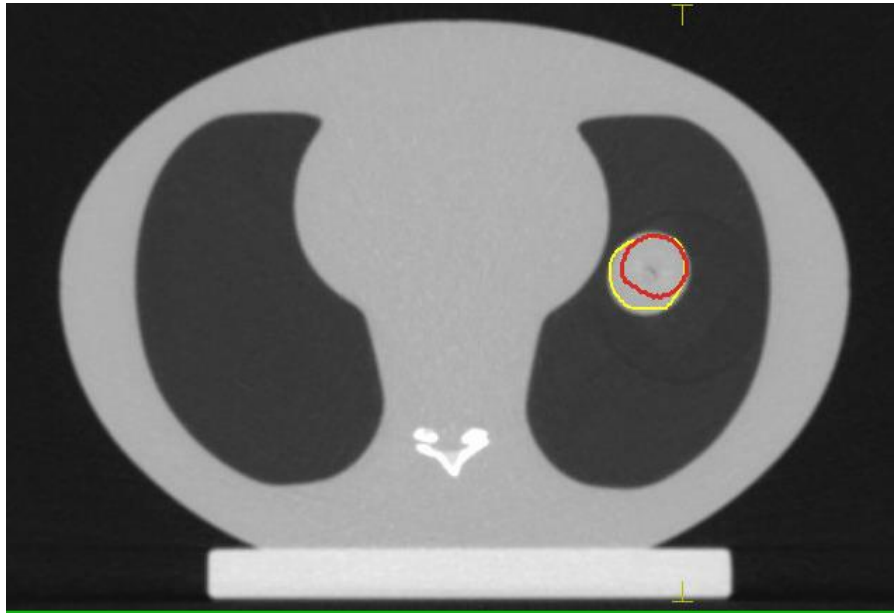
Vom 4D CT zum iCTV



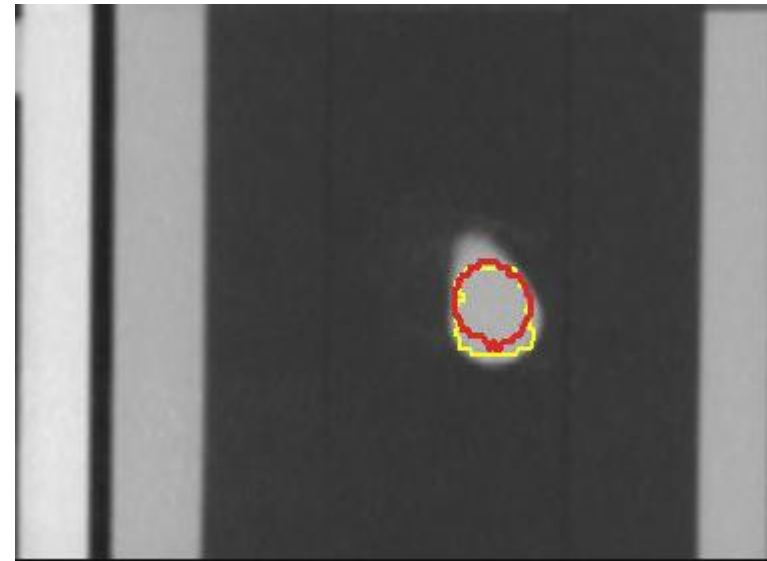
VOM 4D CT ZUM ICTV



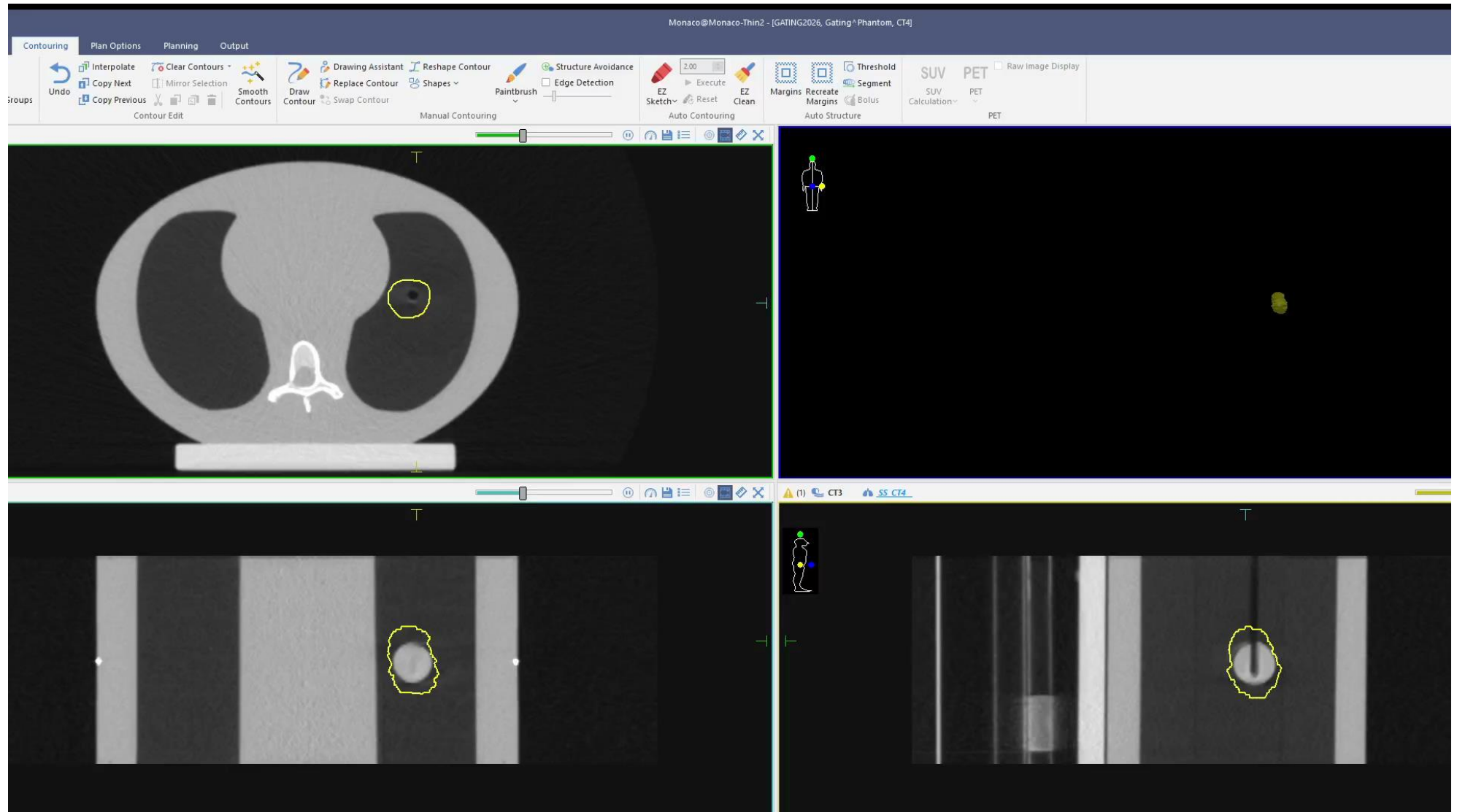
VOM 4D CT ZUM ICTV



MIP DER ATEMPHASE
RESULTIERENDES VOLUMEN
12,7 CCM => 27.7 CCM



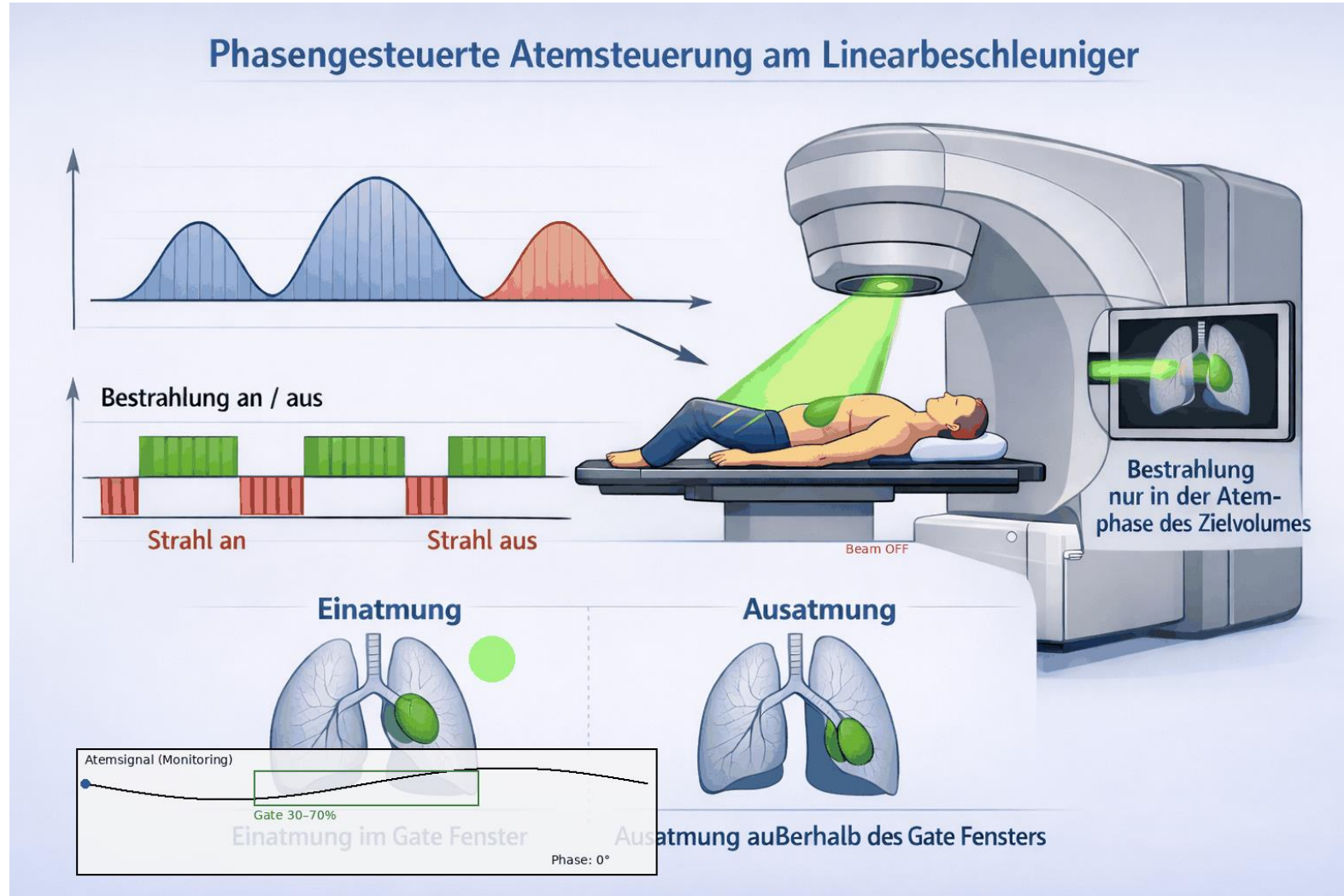
VOM 4D CT ZUM ICTV



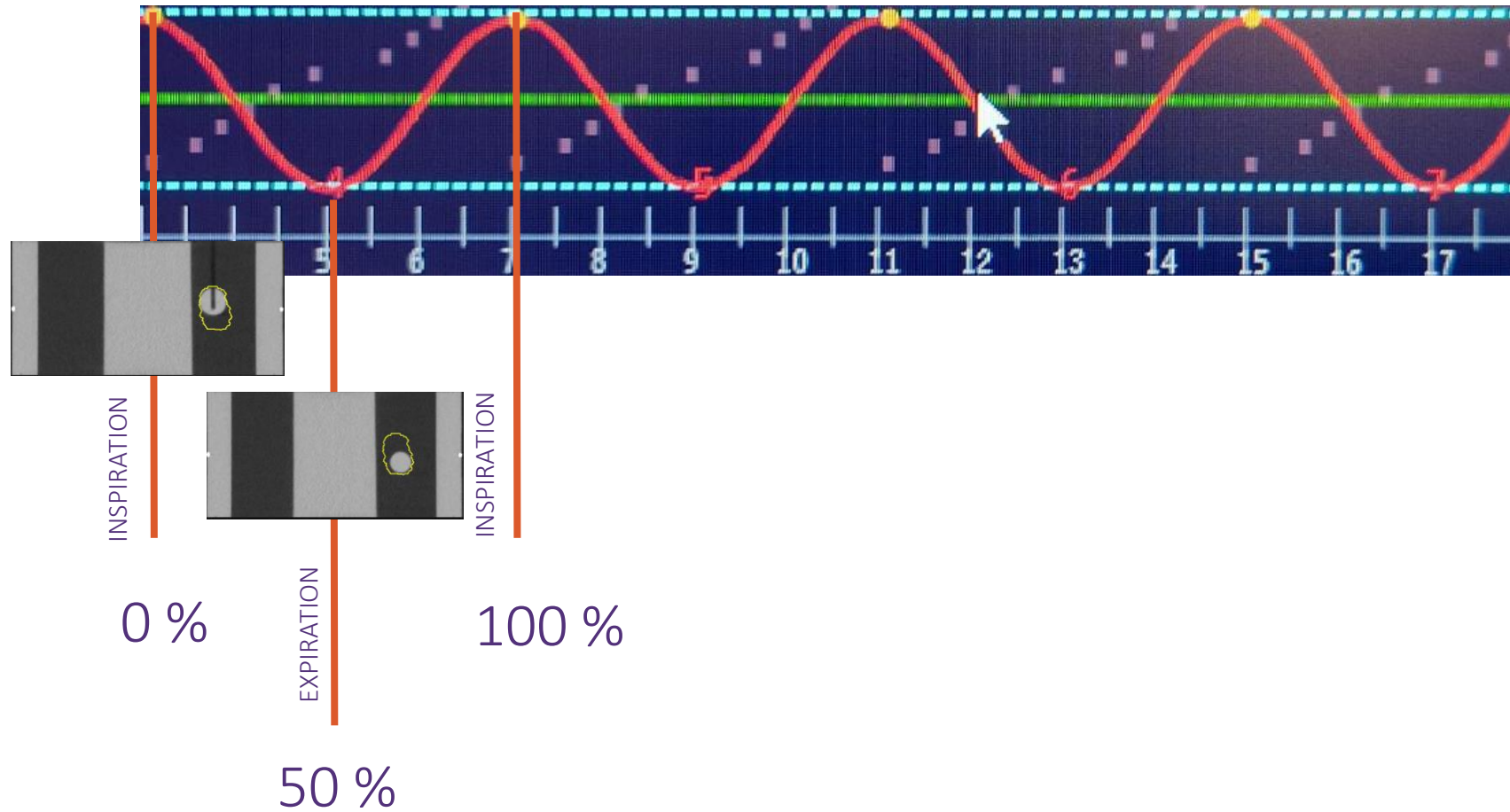
VOM 4D CT ZUM ICTV

- DAS ÜBER DIE MIP ERZEUGTE ICTV IST EINE BRAUCHBARE LÖSUNG
- DOSISMODULATION ENTSTEHT ENTLANG DER TUMORBEWEGUNG
- WELCHE DICHTEN HAT DAS ICTV ?
- GROßE ATEMVERSCHIEBUNG => GROßE VOLUMINA
- NÄHE VON RISIKOSTRUKTUREN

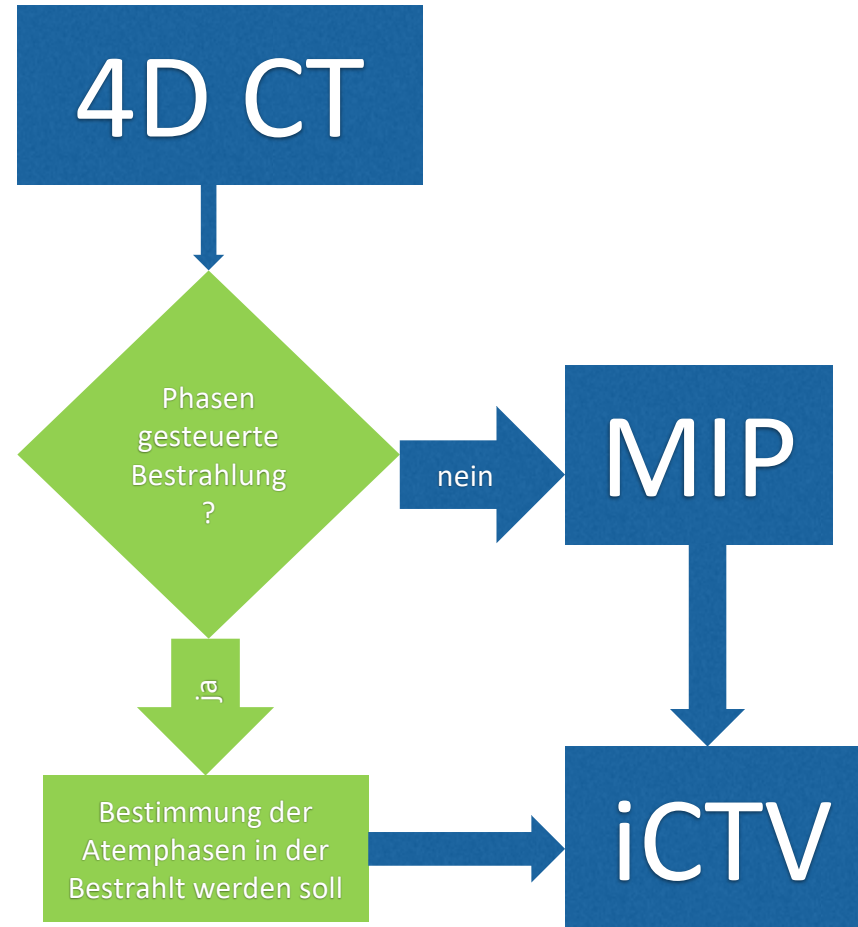
VOM 4D CT ZUM ICTV



VOM 4D CT ZUM ICTV

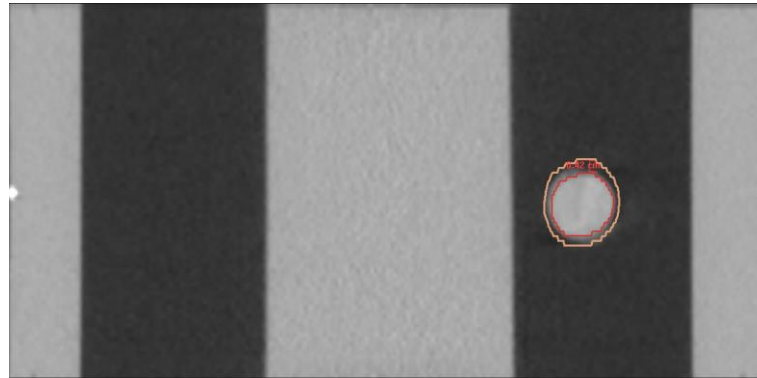


VOM 4D CT ZUM ICTV



VOM 4D CT ZUM ICTV

ZULÄSSIGE VERSCHIEBUNG VON DER ATEMMITTELLAGE DEFINIEREN

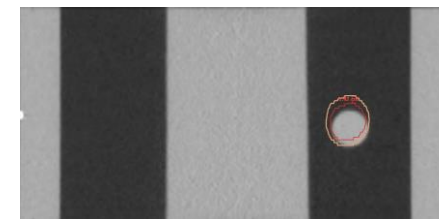
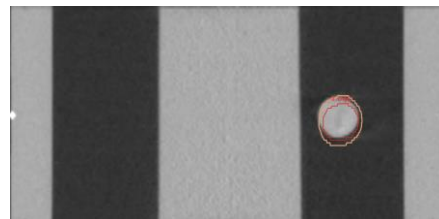


CT 30% AMPLITUDE

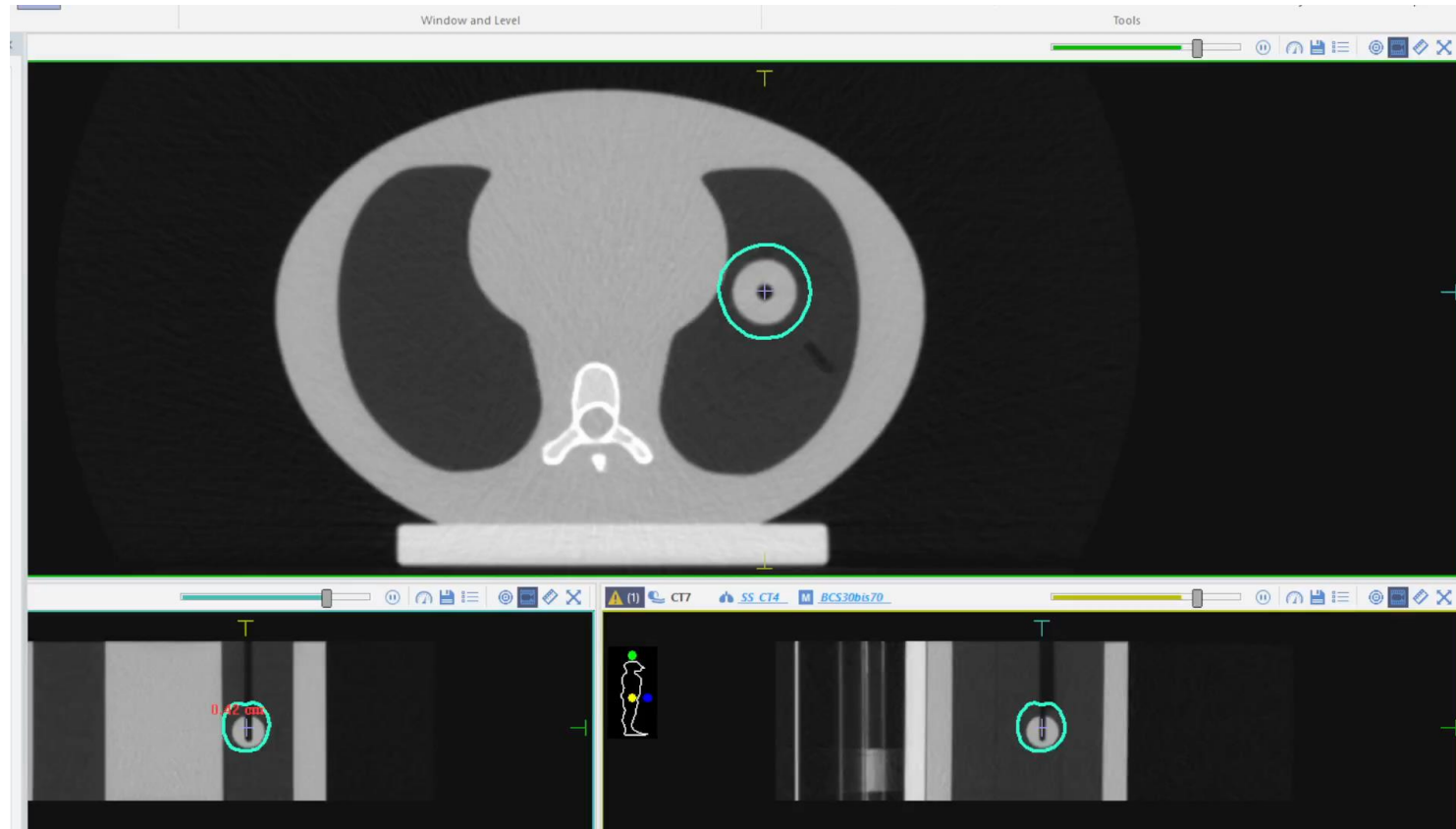
Z. B. 4MM ATEMVERSCHIEBUNG



CT 30 % AMPLITUDE – CT 70% AMPLITUDE



ÜBERPRÜFUNG DES DOSISPLANS



TUMORBEWEGUNG UND DIE 75% ISODOSE

Vom Plan zur Bestrahlung



VOM PLAN ZUR BESTRAHLUNG 4D PROTOKOLL IN ALIGN RT



=> 2S BEAM ON ZEIT PRO ATEMZYKLUS

EIN PAAR GEDANKEN ZUR BILDGEBUNG



BEWEGUNGSARTEFAKT DURCH
ATMUNG

DOPPELKONTUR DES HERDES

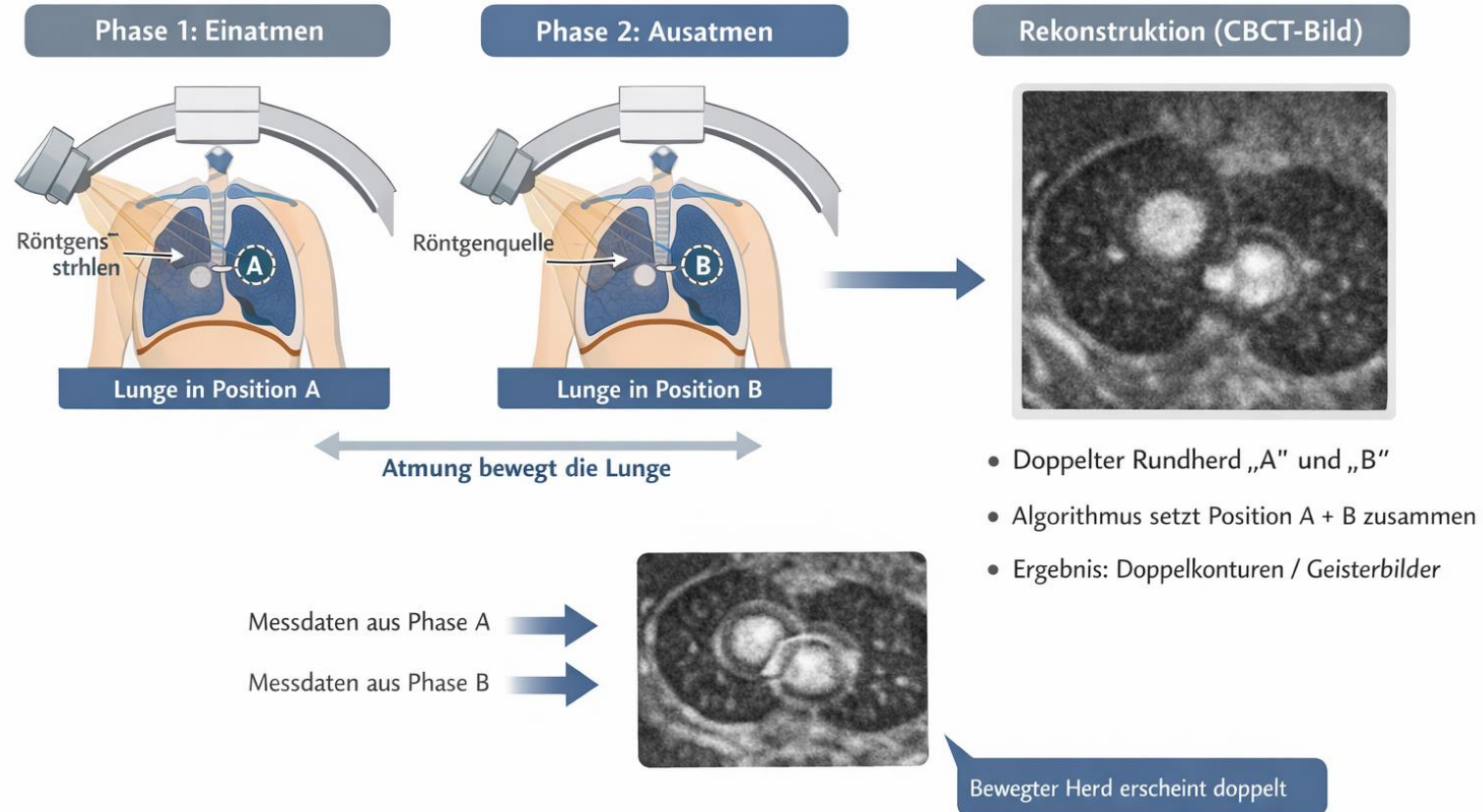
- UNSCHARFER ODER „VERSCHMIERTER“ RAND
- STREIFENFÖRMIGE ARTEFAKTE IN DER UMGEBUNG
- TEILWEISE VERSETZTE GEFÄßE ODER BRONCHIEN

CBCT

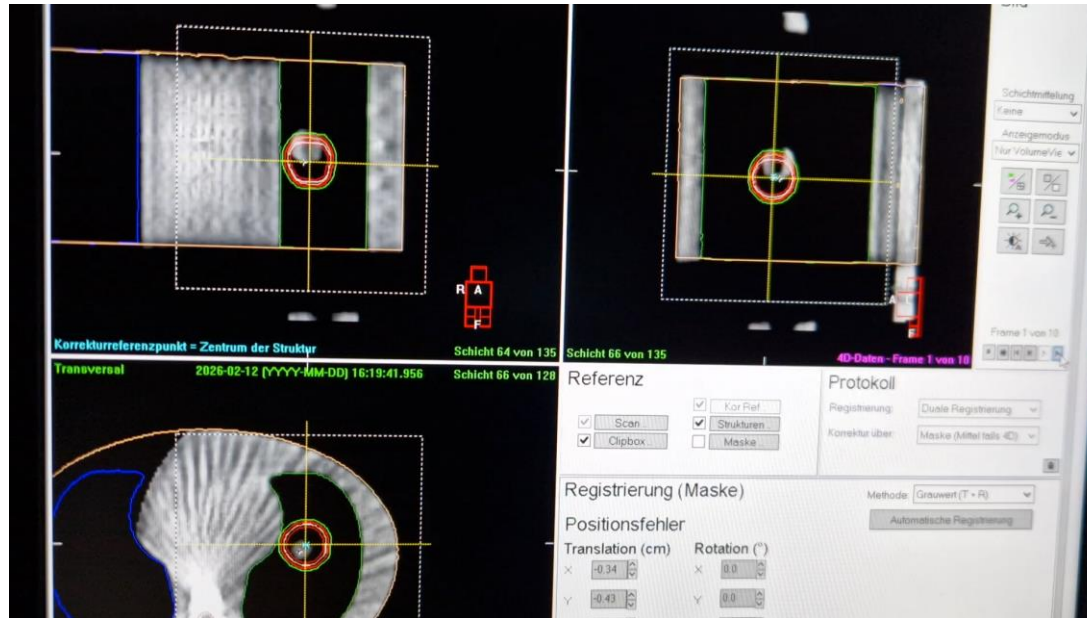
4D CBCT

CBCT UND FALTUNGSFEHLER

Warum erzeugt CBCT durch Atmung Doppelbilder?



VOM PLAN ZUR BESTRAHLUNG



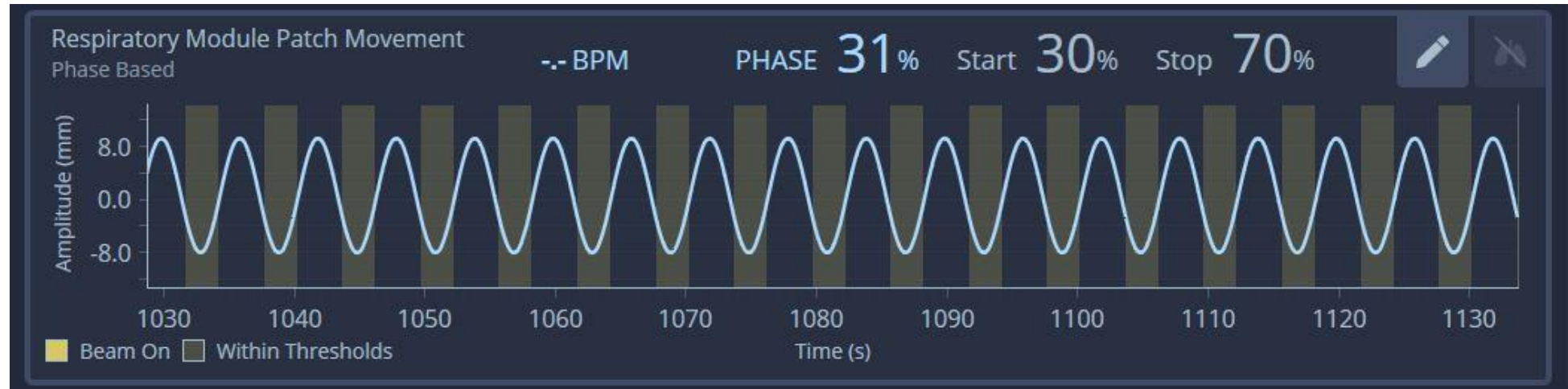
4D CT AM BESCHLEUNIGER
(XVI MIT SYMMETRY
OPTION)



POSITIONSKORREKTUR AUF 30% AMPLITUDE !!!!!

IN ALIGN RT GATED CAPTURE DURCHFÜHREN

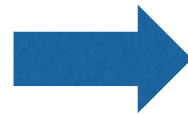
VOM PLAN ZUR BESTRAHLUNG



VERIFIKATION DER DOSIS

DOSIS LAUT PLAN 5,84 GY

GEMESSENE DOSIS 5,74 GY



1,7 % ABWEICHUNG

STANDARDABWEICHUNG ÜBER 4 MESSUNGEN 0,14 GY

