



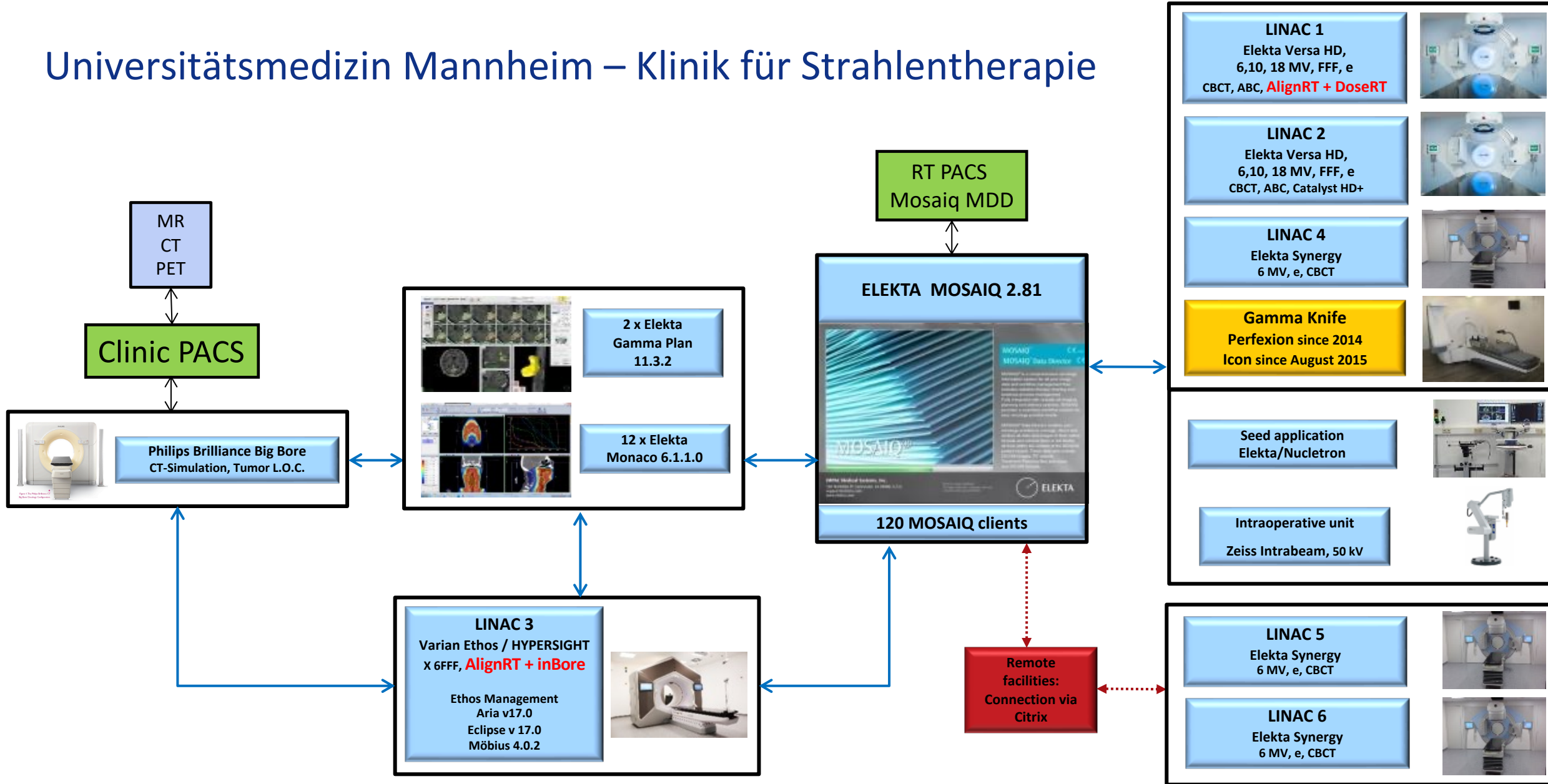
Klinische Implementierung und erste Erfahrungen mit Dose RT

Disclosures

PD Dr. Florian Stieler erhielt Erstattungen für Reise- und Unterbringungskosten sowie Honorar von Vision RT.



Universitätsmedizin Mannheim – Klinik für Strahlentherapie



Inhalt

- Grundlagen von Dose RT
- Installation von Dose RT
- Erste Erfahrungen
- Zusammenfassung und Ausblick



Grundlagen – Was haben wir zur Bildgebung/Planadaptation zur Verfügung

- Inter und Intrafraktionäre Bildgebende Systeme
 - CBCT, Portale Bildgebung (MV), MR, kV-imaging, SGRT, US, Transponder, ...
- Adaptive Radiotherapie (ART)

Wir sehen/können:

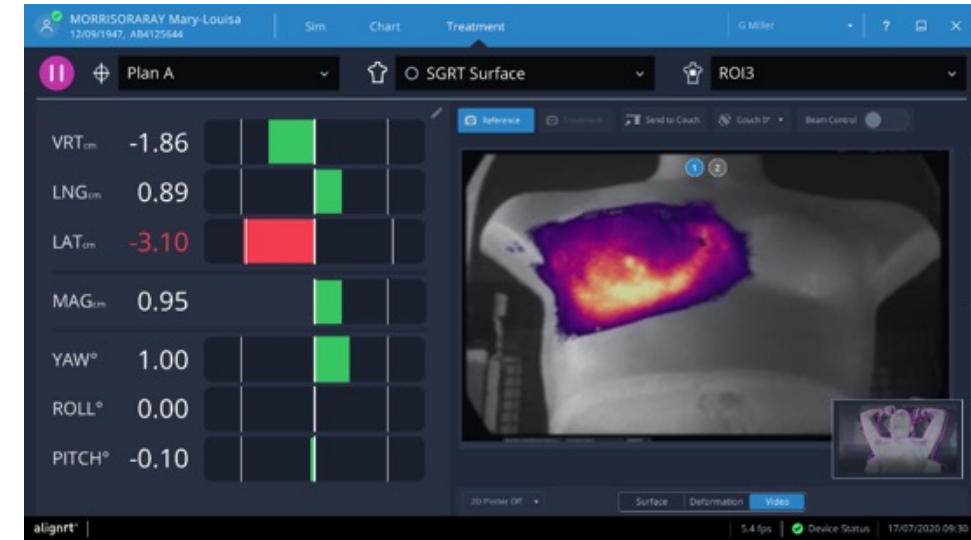
- die Lage des Zieles vor und während der Bestrahlung
- den Plan auf die tägliche Situation anpassen (ART)

Was sehen wir bisher nicht: die Deponierung der Dosis in Echtzeit im Patienten



Grundlagen von Dose RT

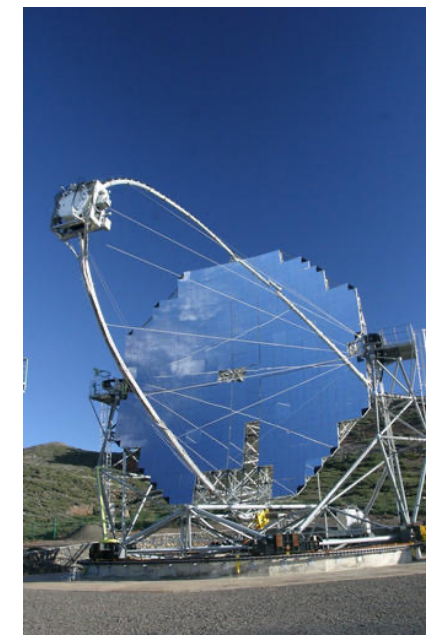
- Während der Strahlentherapie entsteht durch physikalische Effekte Cherenkov-Strahlung an der Oberfläche des Patienten, an der der Photonen-Strahl in den Körper eintritt oder diesen verlässt.
- Idee: Verwendung der Cherenkov-Strahlung für die bildgestützte Strahlentherapie (SGRT)



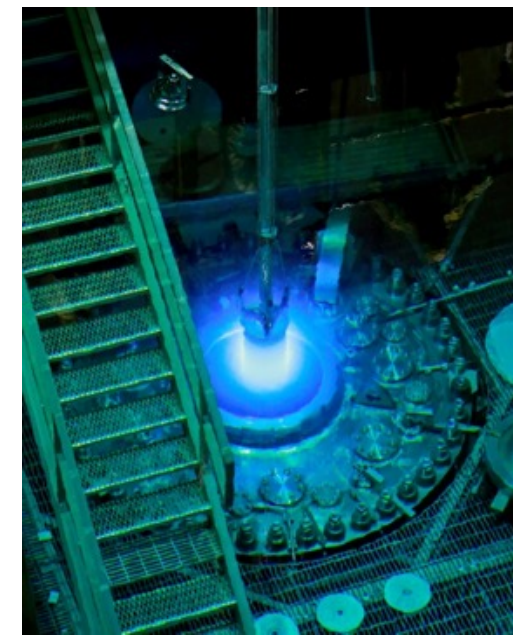
Vision RT

Grundlagen – Was ist Cherenkov Strahlung?

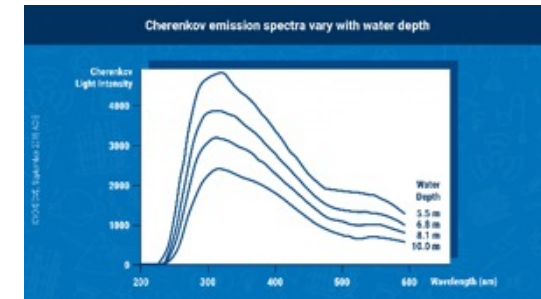
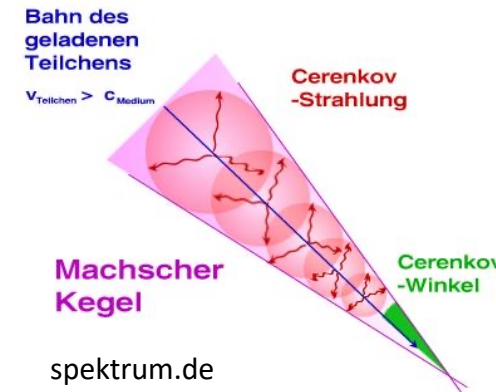
- Elektromagnetische Strahlung mit Wellenlänge $>300\text{nm}$
- Bewegen sich geladene Teilchen (z.B. Elektronen) in einem Medium schneller als die Lichtgeschwindigkeit in diesem Medium, kommt es zur Cherenkov-Strahlung (Bartel et al. *Theoretische Physik*)
- Die Richtung der ausgesandten Strahlung entlang der Flugbahn beschreibt einen sogenannten Mach-Kegel. Cherenkov-Strahlung ist das optische Analogon zum Überschallkegel.



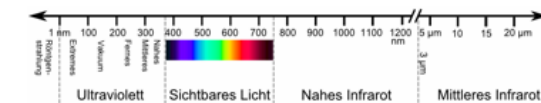
Tscherenkow-Teleskop MAGIC



Oak Ridge National Laboratory



IAEA, Wellenlänge im Reaktor

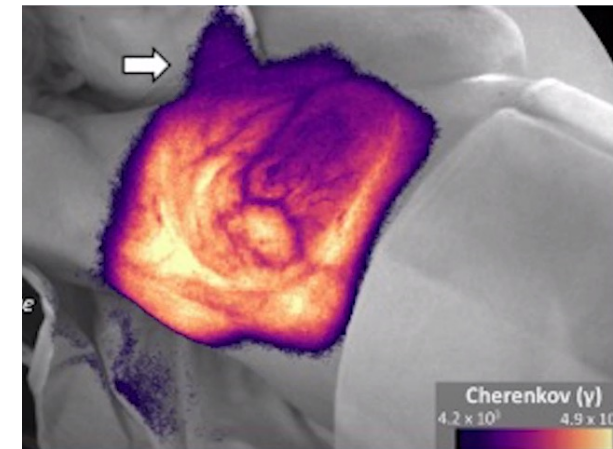
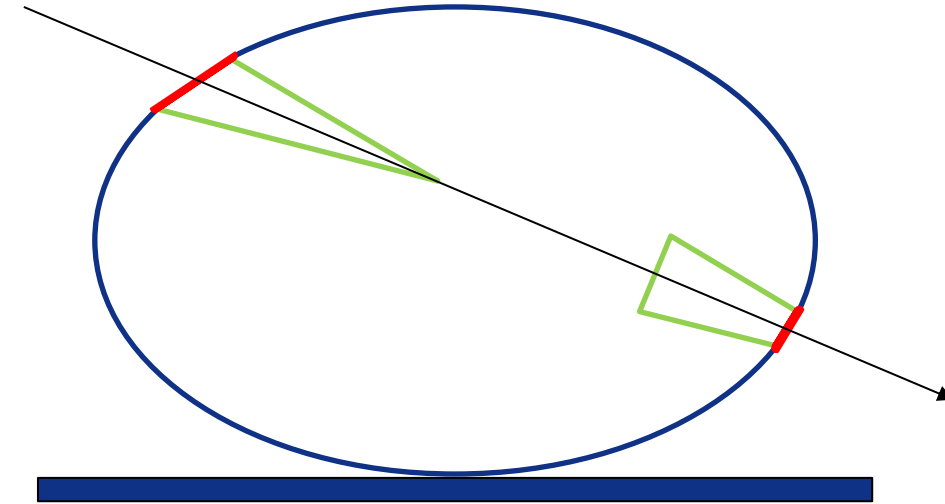


KIT



Grundlagen - Cherenkov Strahlung in der Strahlentherapie

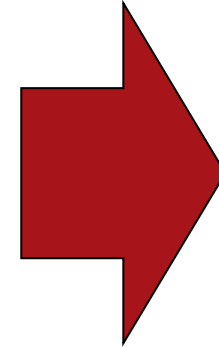
- Cherenkov-Strahlung entsteht überall im Körper, ist aber nur oberflächlich erkennbar.
- Die Cherenkov-Strahlung entsteht dort, wo wir bestrahlen.
- Die Intensität der Cherenkov-Strahlung ist abhängig von der Dichte des Gewebes.
 - Dichtes Gewebe (z.B. Blutgefäß, Mamille) → weniger Signal
 - Dünneres Gewebe (Bindegewebe) → mehr Signal



Summierte Cherenkov-Strahlung
Pogue et al.,
Dartmouth, USA

Grundlagen – Anwendungen der Cherenkov-Strahlung für die Strahlentherapie

- Überwachung der Bestrahlung in Echtzeit
 - Lokalisation der Bestrahlung korrekt (Gegenbrust, Arme, Kinn)?
 - Geometrie (Einstrahlrichtung, Feldgröße, usw.) korrekt?
 - Intensität der Bestrahlung korrekt?
 - Korrekter Bolus in korrekter Position?
- intrafraktionäre Patientenbewegung (→ SBRT?)
- Visualisierung interfraktionärer Unterschiede (→ Kompensation vor Ende der RT?)
- Erkennen von möglichen künftigen Hautreaktionen ?
- Dosimetrie (Linac QA, IMRT QA, Kleinfeld-Dosimetrie)



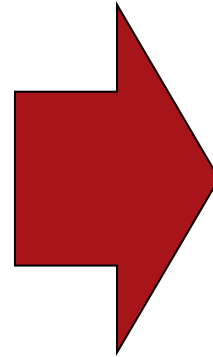
Fehlbestrahlungen
erkennen



Installation von Dose RT

- Vorbereitung
 - Dose RT benötigt Align RT als Grundsystem = 5 Kameras (2x Dose RT und 3x Align RT)
 - Kollision mit anderen Systemen an der Bunkerdecke?

- Polaris-kameras
- Deckenkran
- Lampen / Laser
- Klimaanlage/Raumlüftung
- Lautsprecher/Mikrofone



Klärung während Standortbegehung von Vision RT

- Erste Installation an einem Elekta Versa HD Linearbeschleuniger
- Stromversorgung (2 zusätzliche, separat schaltbare Steckdosen)



Installation von Dose RT

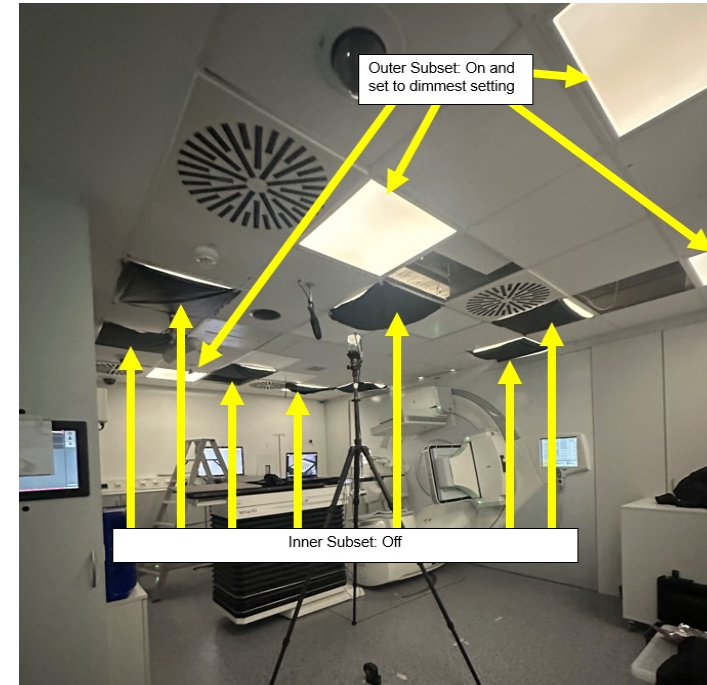
- Vorbereitung Raumbelichtung
 - Zu beachten:
 - Anzahl und Position der Lichtquellen
 - Helligkeit der Lichtquellen und gesamte Raumhelligkeit
 - Frequenz des Lichtes
 - grüne Lagerungslaser können zu Fehler bei DoseRT führen)
 - In-Room Monitore (Linac-Monitore v.a. Varian, R&V-Monitor)



Installation von Dose RT - Umsetzung



Ausgangssituation Linac 1



Empfehlung von VisionRT Linac 1

- Lichtsteuerung überarbeitet (2 Kreise)
- Polaris-kamera entfernt
- Lüftungsauslässe umgesetzt
- Mikrofon/Lautsprecher versetzt
- Stromversorgung etabliert

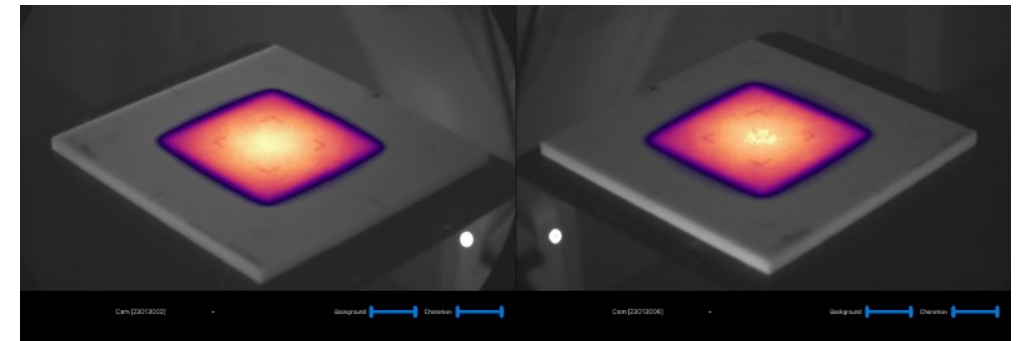
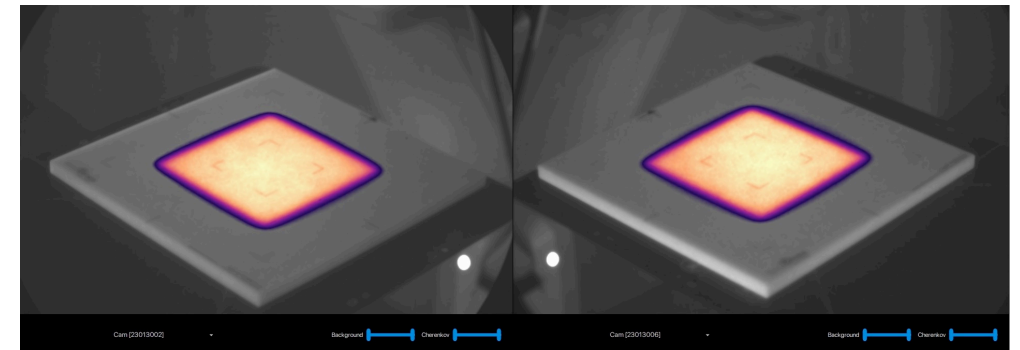
Installation von Dose RT – Installation von Align RT + Dose RT

- Installation am 25-28.3 (jeweils nachmittags)
 - Align RT in version 6.3
 - Align RT und Dose RT in version 7.3 Beta (non-clinical / kein CE)



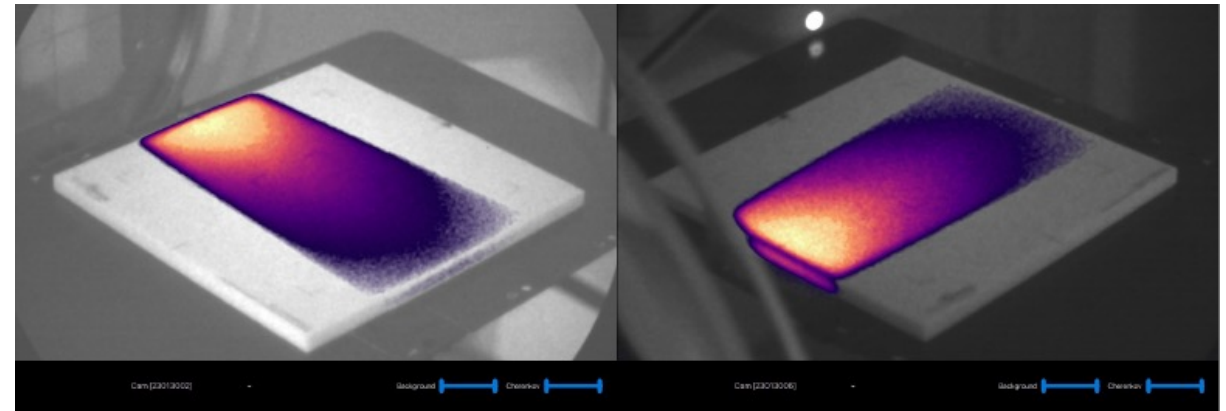
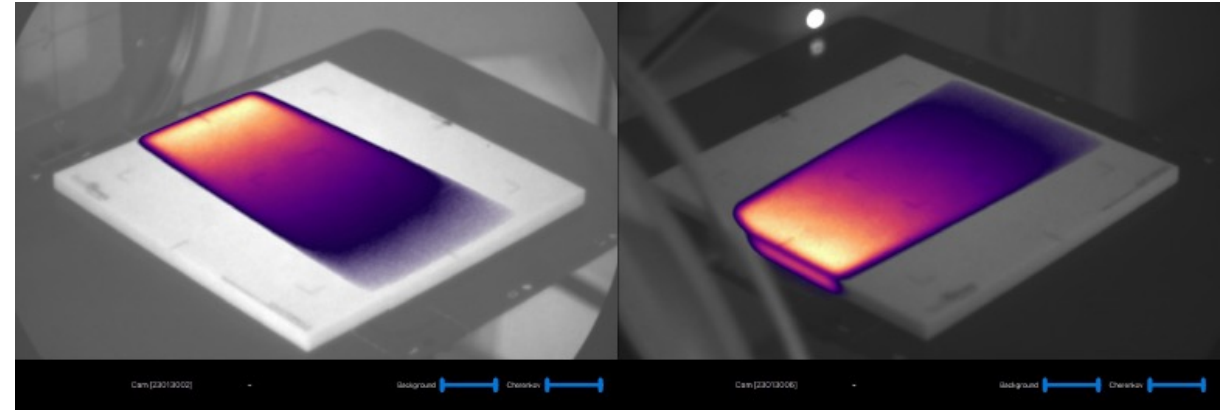
Interne Acceptance

- Phantom
 - Plattenphantom DoseOptics
 - Konventionelle RW3 Platten funktionieren nicht immer
- Offenes Feld 20x20 cm
 - 6MV
 - 100 Monitor Einheiten (MU)
- Offenes Feld 20x20 cm
 - 6FFF
 - 100 Monitor Einheiten (MU)



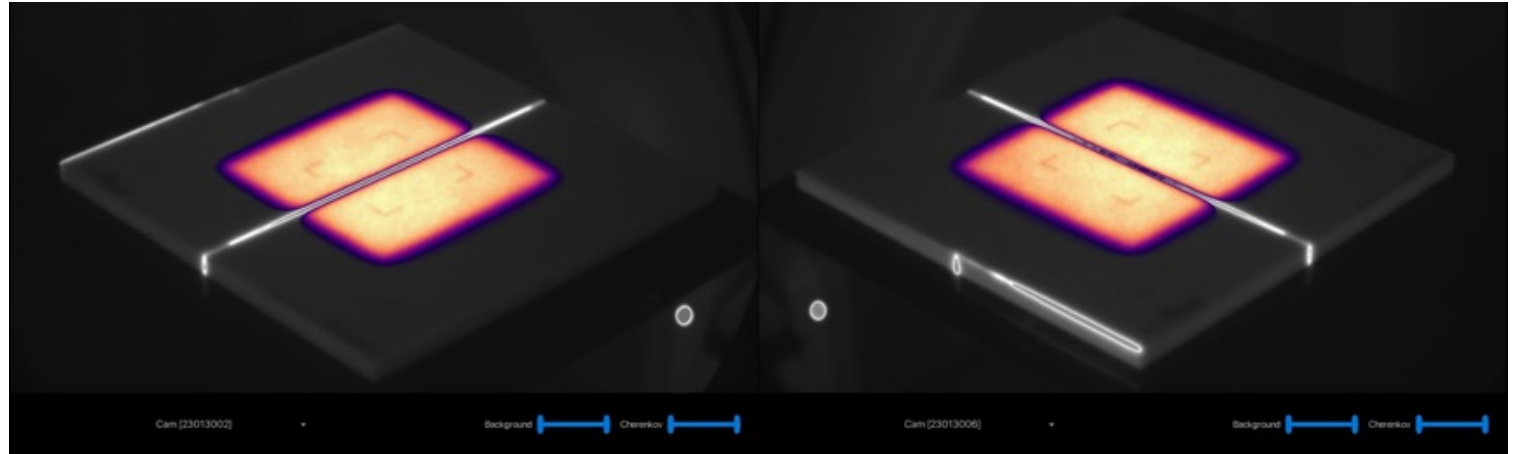
Interne Acceptance

- Offenes Feld 20x20 cm
 - Gantry 270°
 - 6MV
 - 100 Monitor Einheiten (MU)
- Tiefendosiskurve ähnlich zu Photonen
- Offenes Feld 20x20 cm
 - Gantry 270°
 - 6FFF
 - 100 Monitor Einheiten (MU)

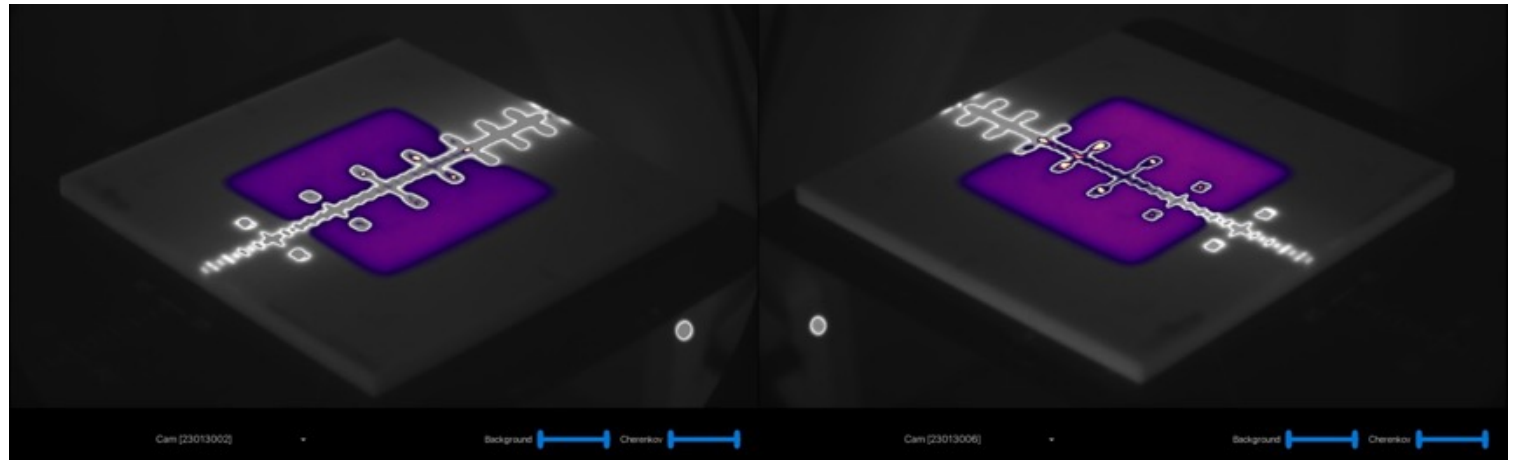


Interne Acceptance - Limitationen

- Offenes Feld, 20x20 cm
- Raum-Licht ausgeschaltet
- Raum-Laser eingeschaltet

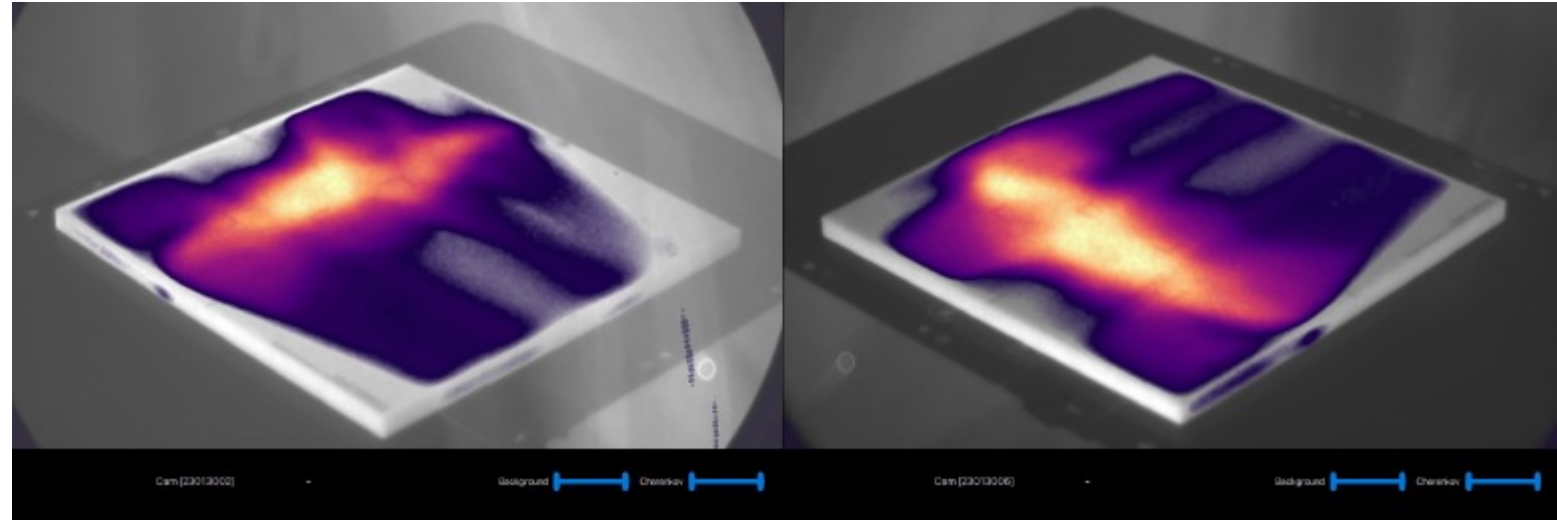


- Offenes Feld, 20x20 cm
- Raum-Licht ausgeschaltet
- Fokus-Haut-Abstand (FHA) on

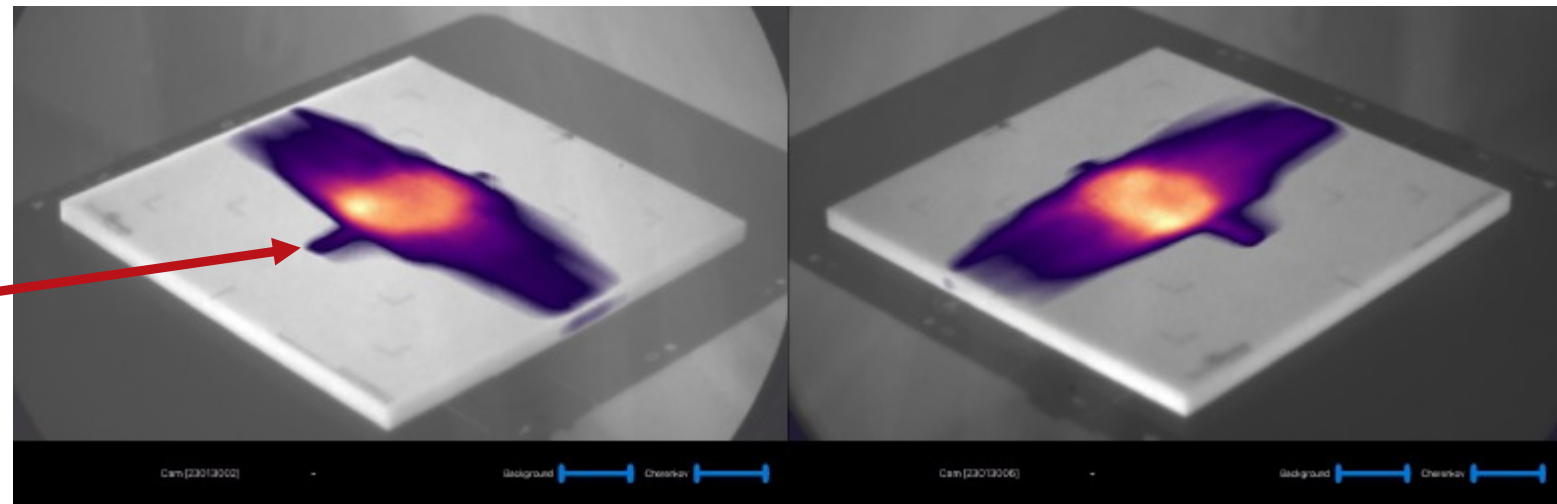


Interne Acceptance

- VMAT Testfall
- 6MV

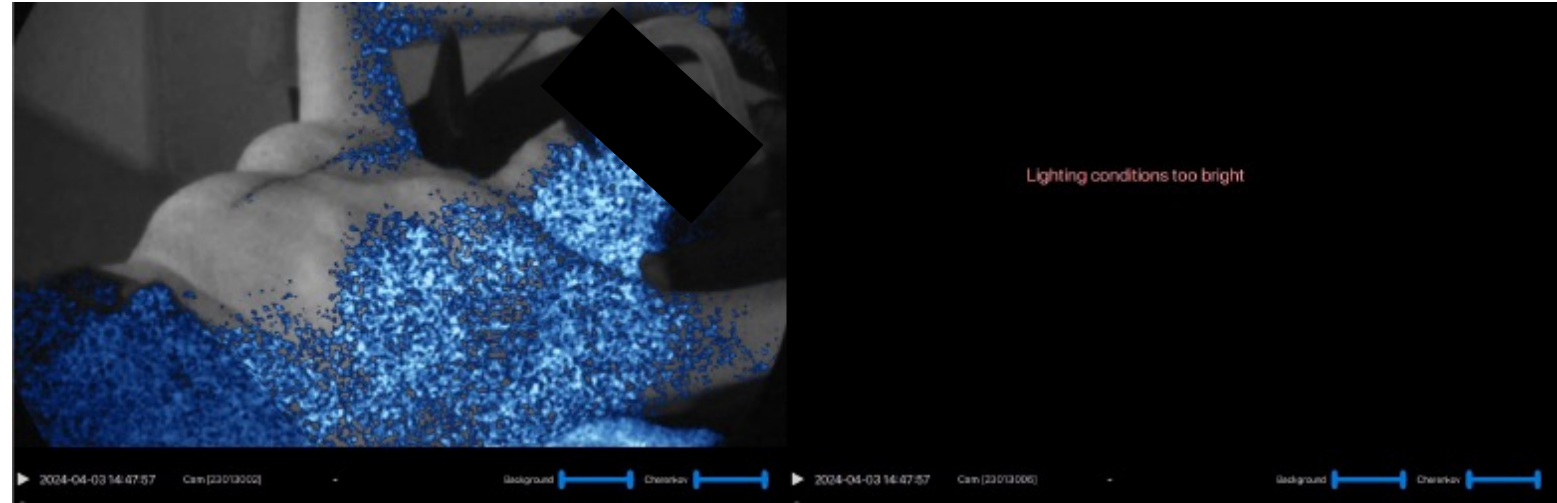


- Prostata Testfeld Leaves only
- 6MV
- Leaf Gap sichtbar



Erste klinische Erfahrungen ohne Therapieeinfluss

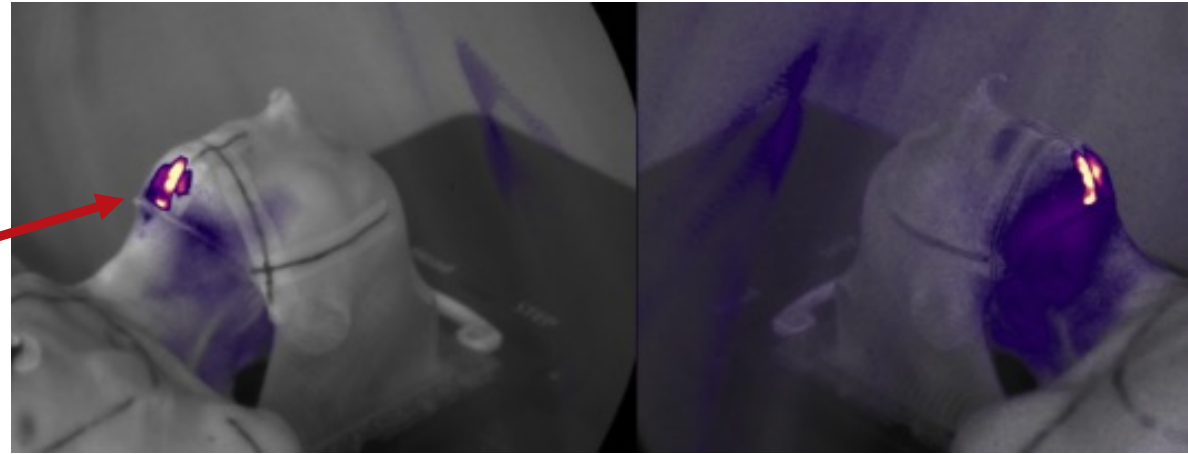
- VMAT SBRT Lunge
- 10 MV



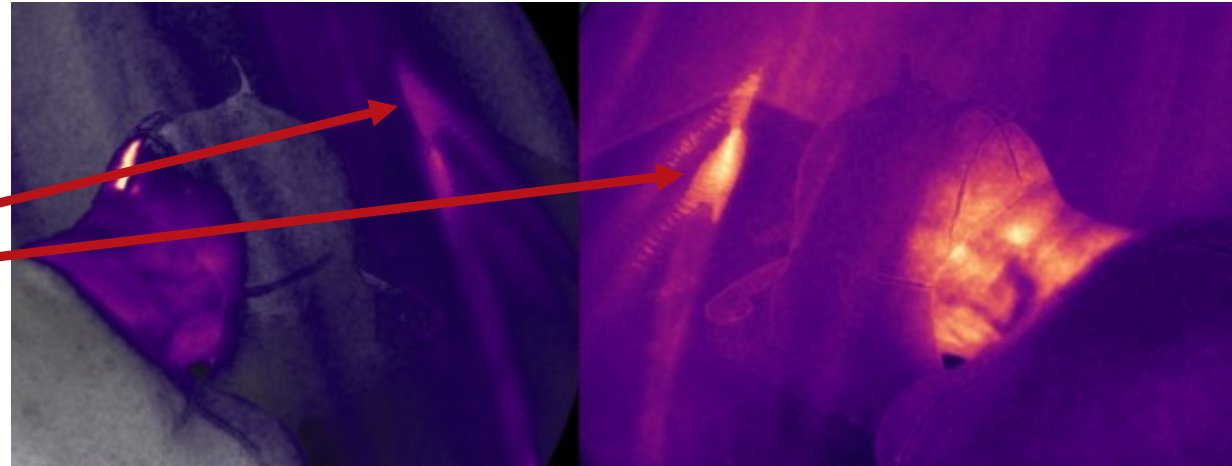
- Dose RT Kameras überbelichtet
 - Grund: Pulsraten Frequenz (PRF) der Elekta Linearbeschleuniger (Wanderwelle vs. Stehwelle bei Varian)
 - 6, 6FFF und 10FFF: PRF 400Hz
 - 10 und 18 MV Photonen (PRF 200 Hz): Work in progress

Erste klinische Erfahrungen ohne Therapieeinfluss

- VMAT Kopf-Hals-Tumor
- 6 MV
- Reflexion am Kinn (work in progress)
 - Überstrahlt restliches Cherenkov Bild



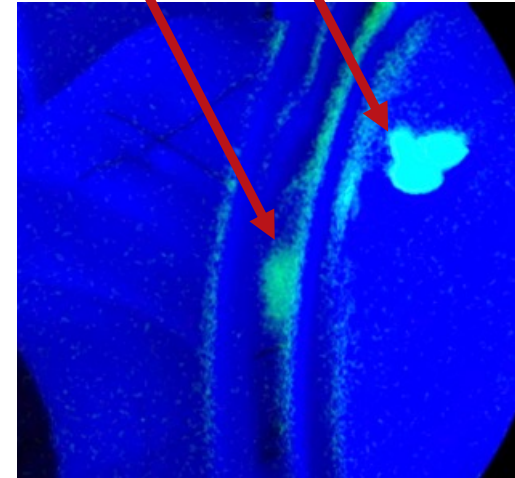
- Reflexion im Raum



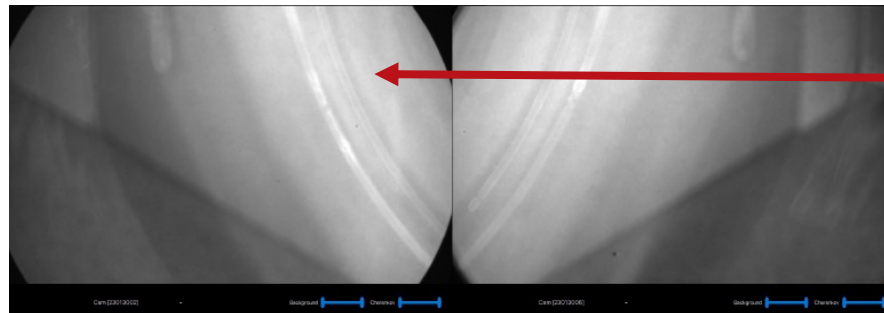
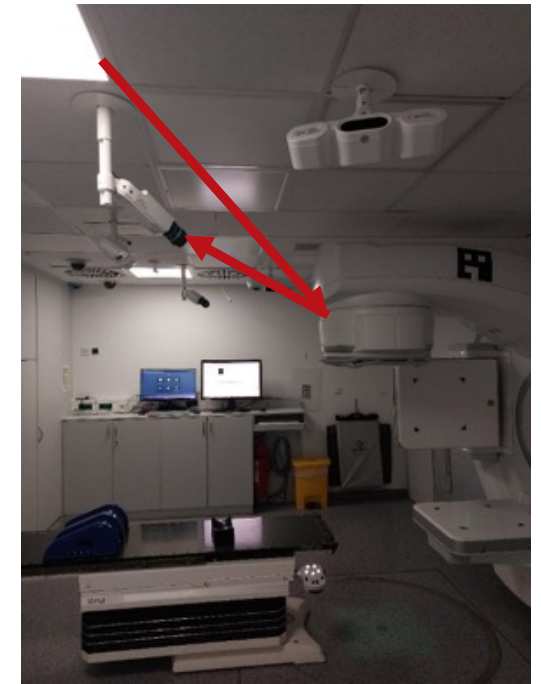
Problem 1: Reflexion im Raum

- Reflexion erzeugen falsche Cherenkov Signale
- Ort der Reflexionen
 - Gantry (weiß glänzend)
 - MV und kV Detektoren
 - CBCT Röhre
- Quelle der Reflexionen: 2 Deckenlichter auf minimaler Dimmstufe)

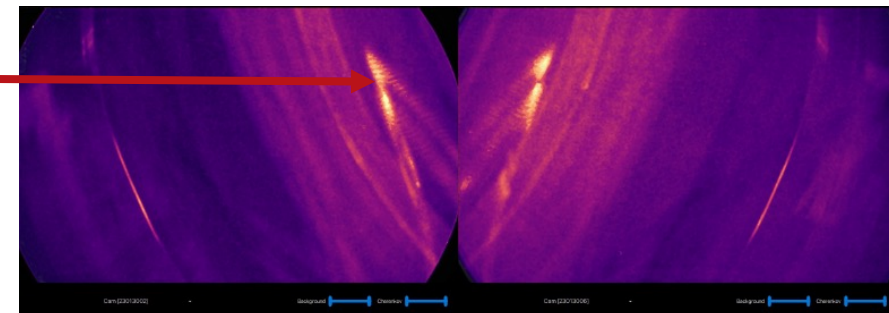
Patientensignal und Reflexion



Screenshot vom Video



Kumuliertes Bild **ohne** Raumlicht und ohne Objekt

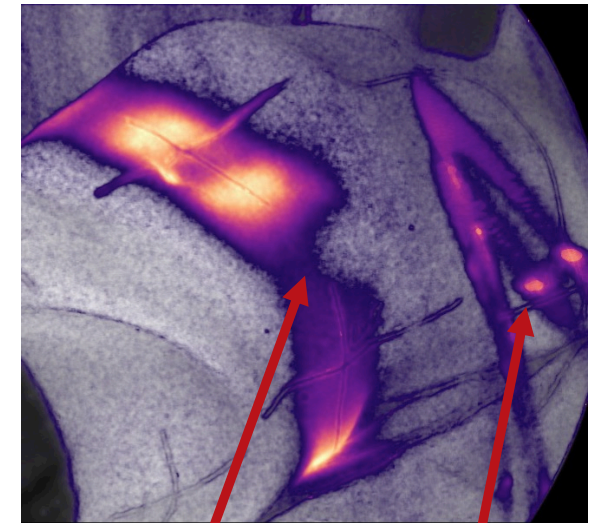


Kumuliertes Bild **mit** Raumlicht und ohne Objekt

- Lösung 1: Arbeit an Beleuchtungssituation (work in progress)

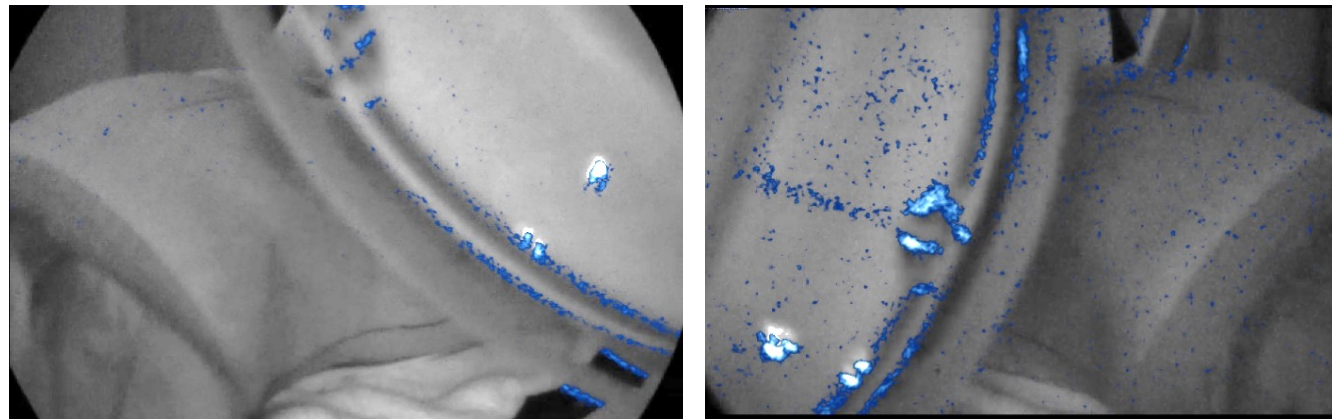
Problem 2: Blockiert Sicht auf den Patienten

- Teile des Linearbeschleunigers können die Sicht der Dose RT Kameras auf den Patienten blockieren
- Dadurch entstehen Auslöschungen in den kumulierten Cherenkov-Bildern
- Detektoren und CBCT Röhre
 - Nach IGRT, Detektoren und CBCT Röhre manuell in Park-position schieben (Workflow-Änderung)
- Gantry
 - Work in progress: Dose RT Kameras versetzen oder zusätzliche Kamera



Auslöschung

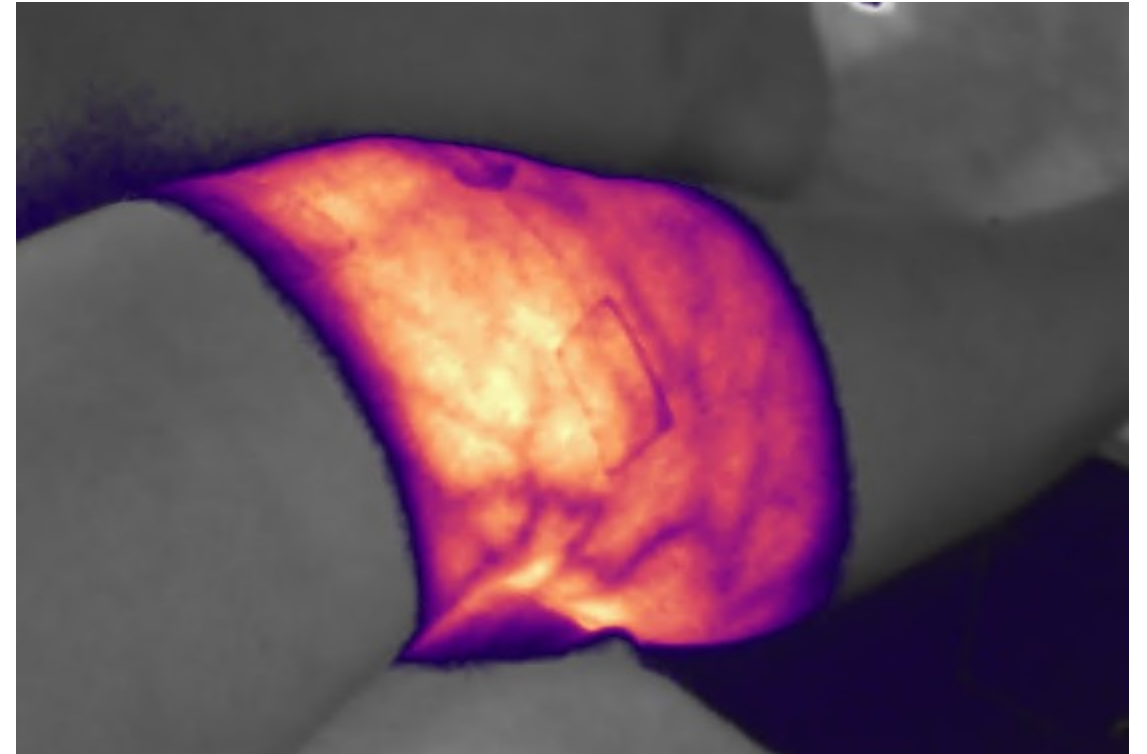
Artefakte durch
Reflexion



Auslöschung bei Gantry-winkel um 50° und 310°

Erste klinische Erfahrungen ohne Therapieeinfluss

- Reizbestrahlung Knie
- 6 MV



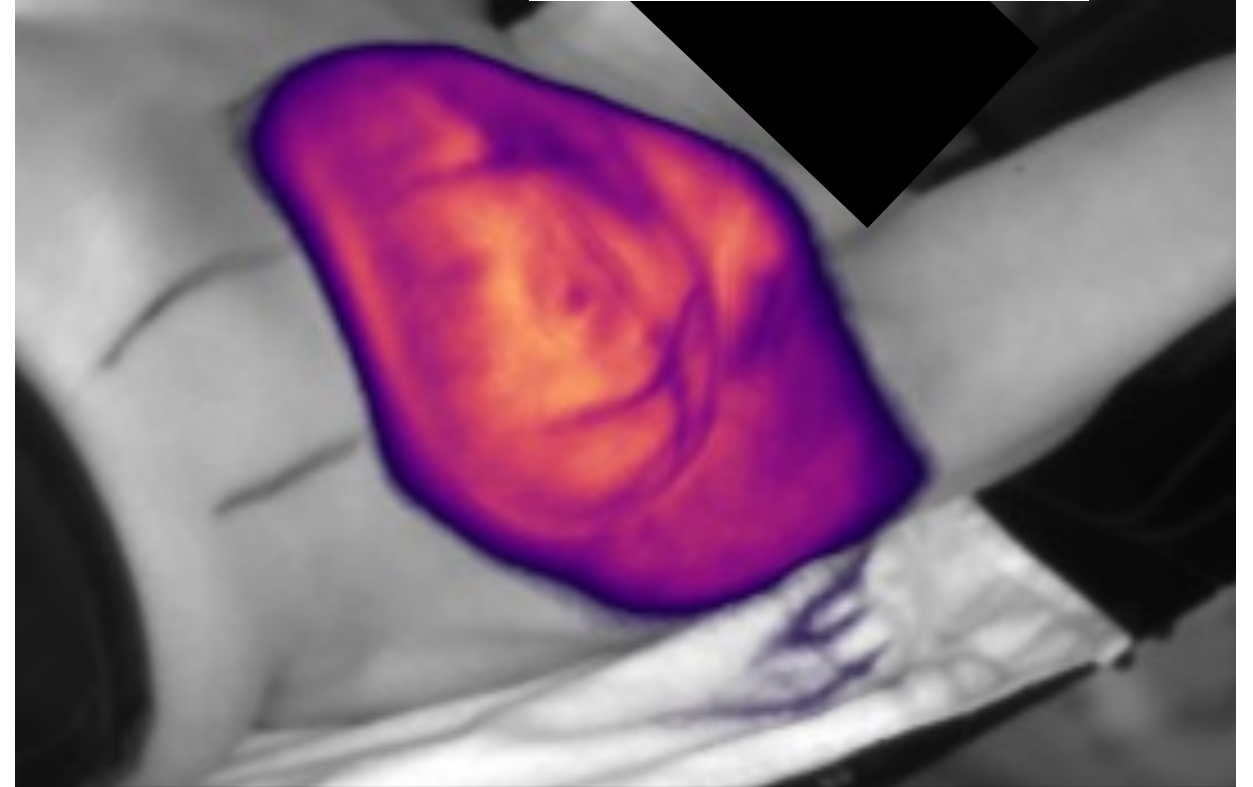
Erste klinische Erfahrungen ohne Therapieeinfluss

- S&S IMRT Mamma links
- 6 MV
- Video in Rohdaten



Erste klinische Erfahrungen ohne Therapieeinfluss

- S&S IMRT bei Mamma links
- 6 MV
- Keine blockierte Sicht/Artefakte
- Keine Bestrahlung der Gegenbrust
- Keine Fehlsegmente
- Keine Hotspots
- Einzeichnungen erkennbar (work in progress)
 - Marker-less



Kumuliertes Cherenkov-Bild

Zusammenfassung und Ausblick

- Vorbereitung des Beschleunigerraumes vor Installation (Platz für 5 Kameras, Lichtszenarien)
- Nachträglich Modifikationen ggfs. notwendig
- Anpassung des klinischen Workflows
 - Laser/FHA Anzeige ausschalten
 - Detektoren und CBCT in Parkposition
 - Beleuchtung auf Minimum
- Darstellung der „Dosis“ am Patienten in Echtzeit
 - Neue Verifikationsmethode (Chart-Check, intra- und interfraktionäre Beurteilung)
 - Adaption der Bestrahlung über alle Fraktionen?!
 - Ausblick Dosimetrie (am Patienten und IMRT-QA/Maschinen-QA)





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit