



SOZIALSTIFTUNG BAMBERG  
HEILEN. WOHLFÜHLEN. BETREUEN.

# Bestrahlungsplanung mit MRT

Motivation, Möglichkeiten und  
Probleme

presented by Thomas Koch



# Motivation - allgemein

- Höherer Weichteilkontrast als CT
- Spezielle Sequenzen ermöglichen verschiedene Kontrastdarstellungen, dadurch Abgrenzung von Tumor zu Normalgewebe leichter möglich
- Risikoorgane können genauer definiert werden
- „Keine“ Metallartefakte



# Motivation – Neue Geräte

- bessere Ortsauflösung (z.B. keine Rektalspule mehr notwendig)
- Großer Durchmesser, d.h. man kann Patienten mit Lagerungshilfen scannen (früher nur bei offenen Systemen mit schlechtem SNR)
- Funktionelle Bildgebung möglich

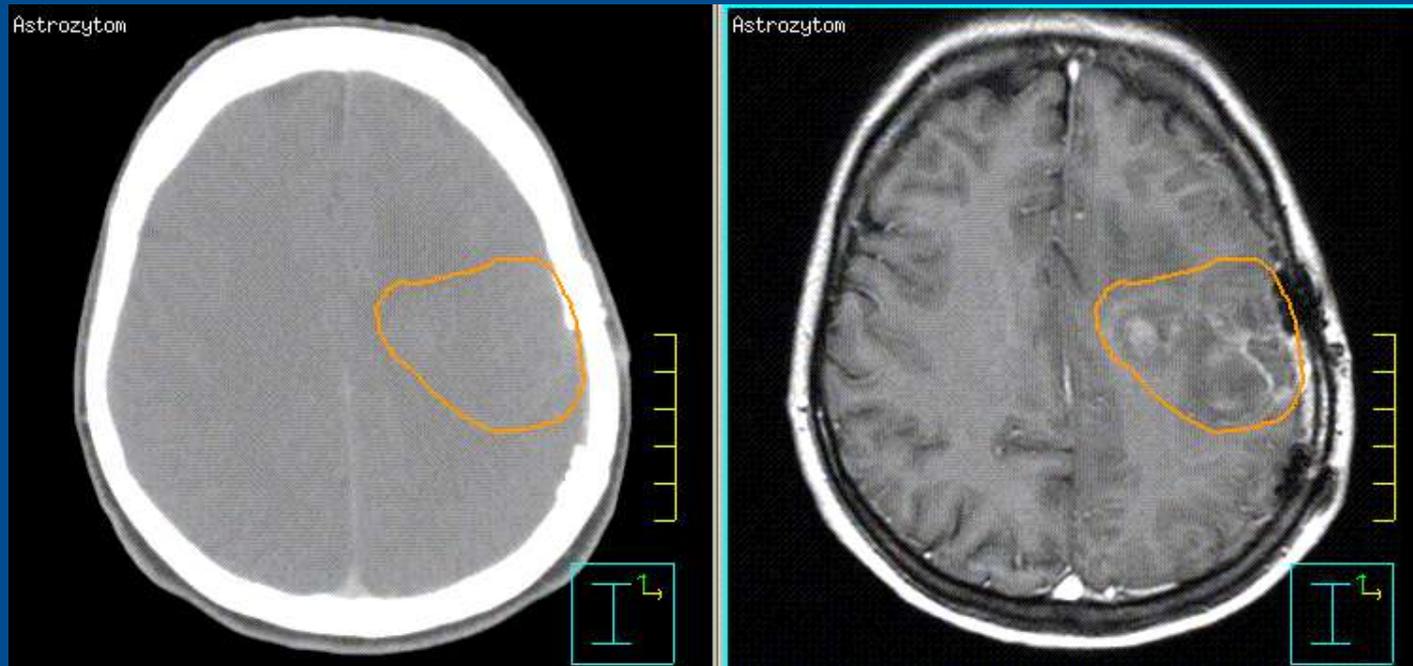


# Motivation – Klinisch

- Präzisere Bestrahlungstechniken ermöglichen höhere Dosis im Tumor (Dose-Painting)
- Dazu ist genaue Abgrenzung notwendig
- Klinische Relevanz?



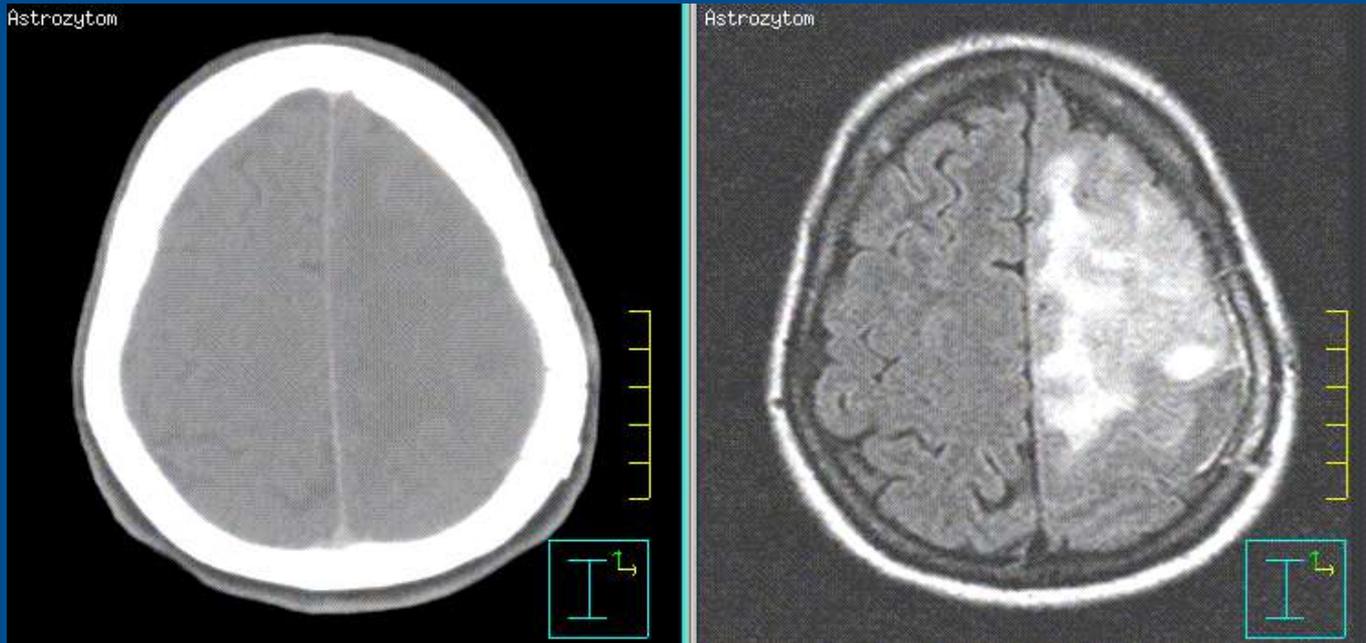
# Beispiele aus der Praxis



- Hirntumoren im CT trotz Kontrastmittel nicht deutlich abgrenzbar (T1-Sequenz mit KM)



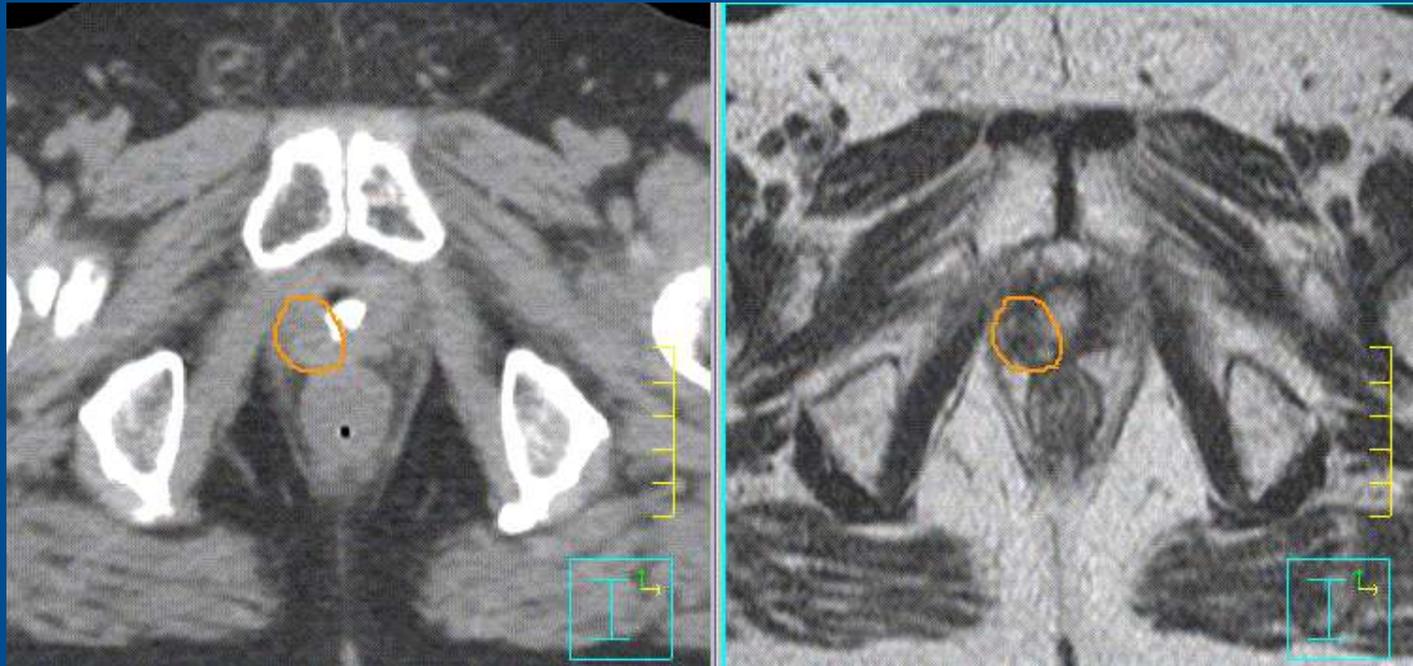
# Beispiele aus der Praxis



- Ausmaße des Ödems bei Hirntumoren ist im CT fast gar nicht erkennbar (T2-FLAIR-Sequenz)



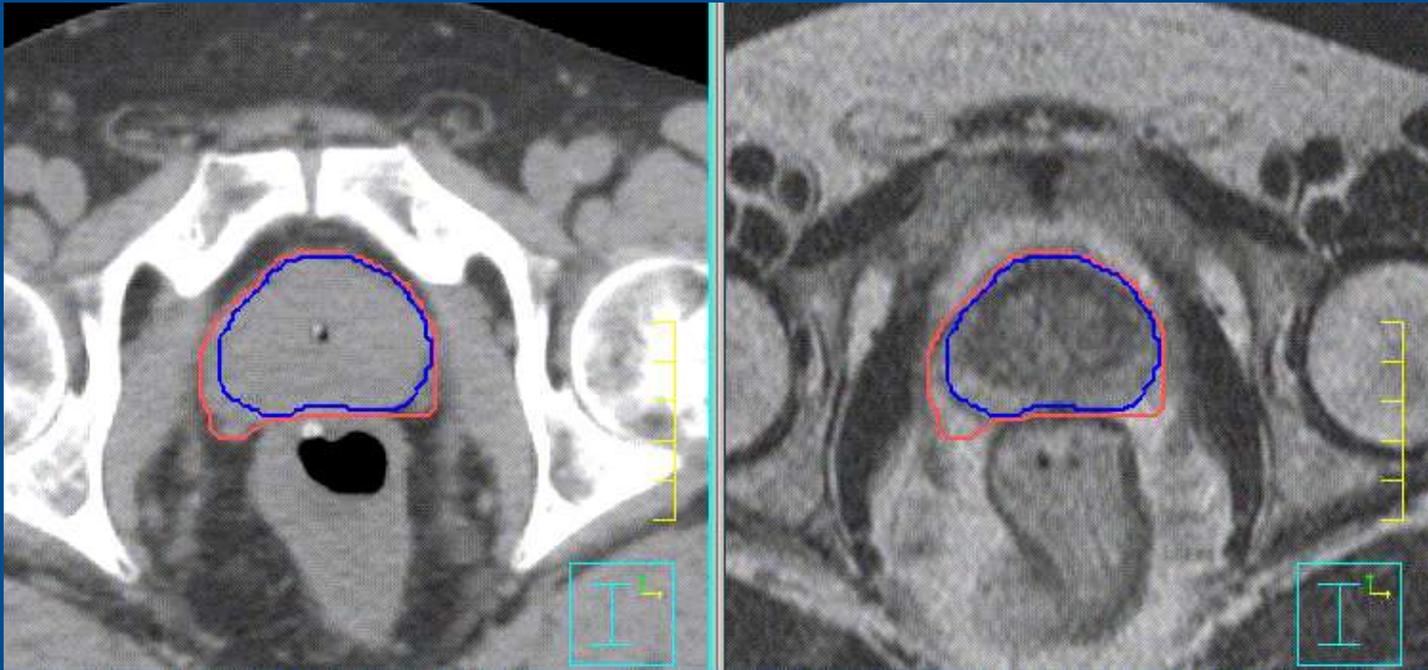
# Beispiele aus der Praxis



- Rezidiv Prostata-Loge, nur im MR abgrenzbar (T2-UTSE)



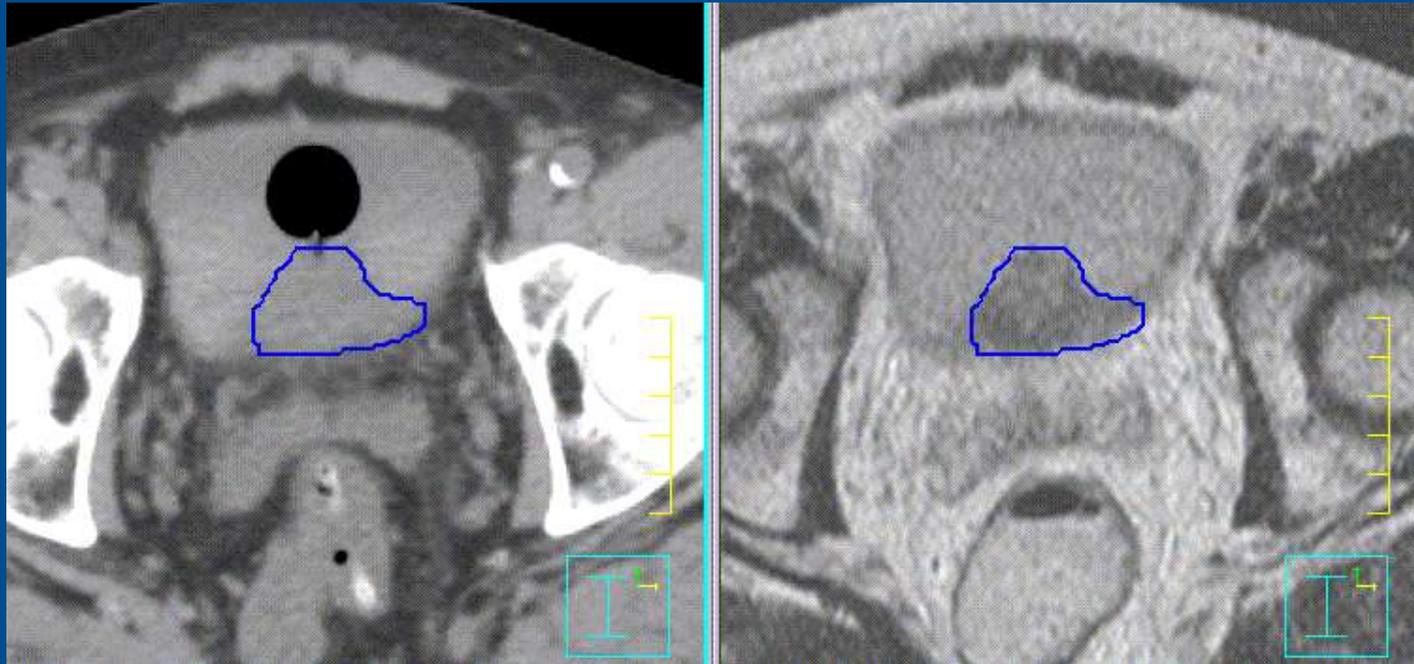
# Beispiele aus der Praxis



- Prostata im MRT oft kleiner als im CT (bis zu 40%)



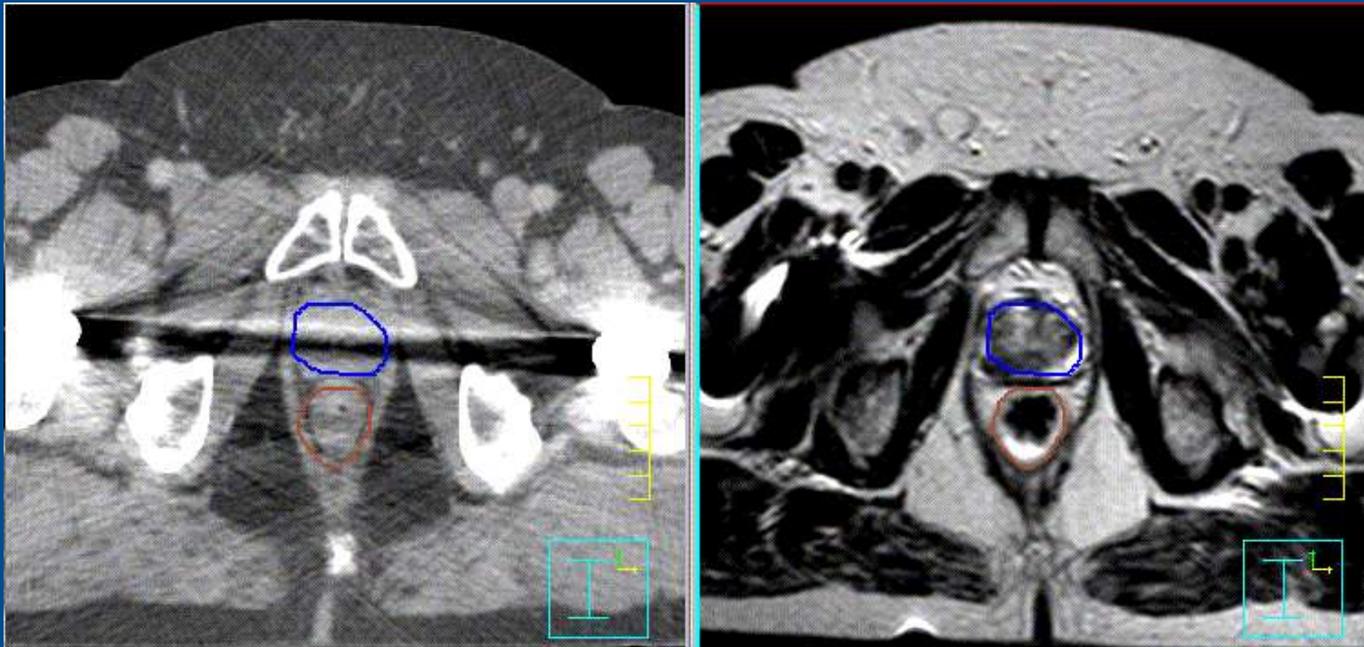
# Beispiele aus der Praxis



- Prostata mit Blaseninfiltration: Im CT nur schwer abgrenzbar



# Beispiele aus der Praxis



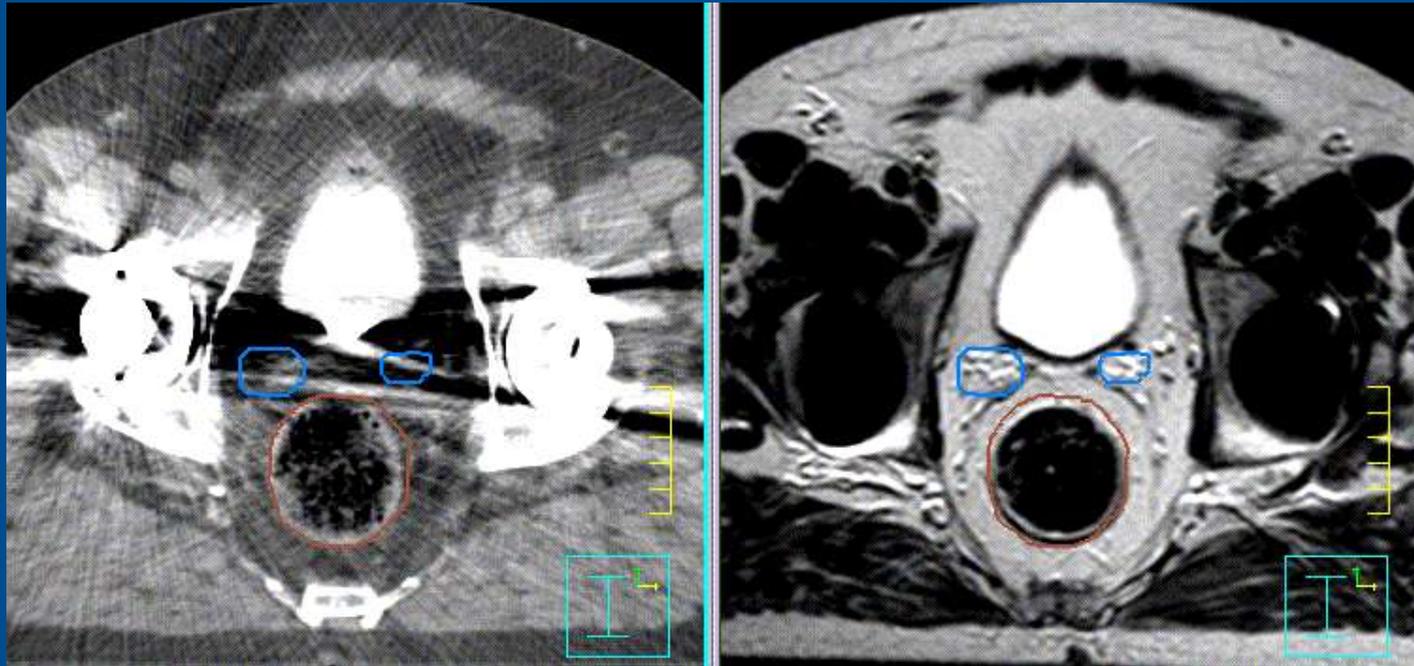
- Prostata Ca Patient mit Doppel-Tep: Prostata im Schatten



SOZIALSTIFTUNG BAMBERG

HEILEN. WOHLFÜHLEN. BETREUEN.

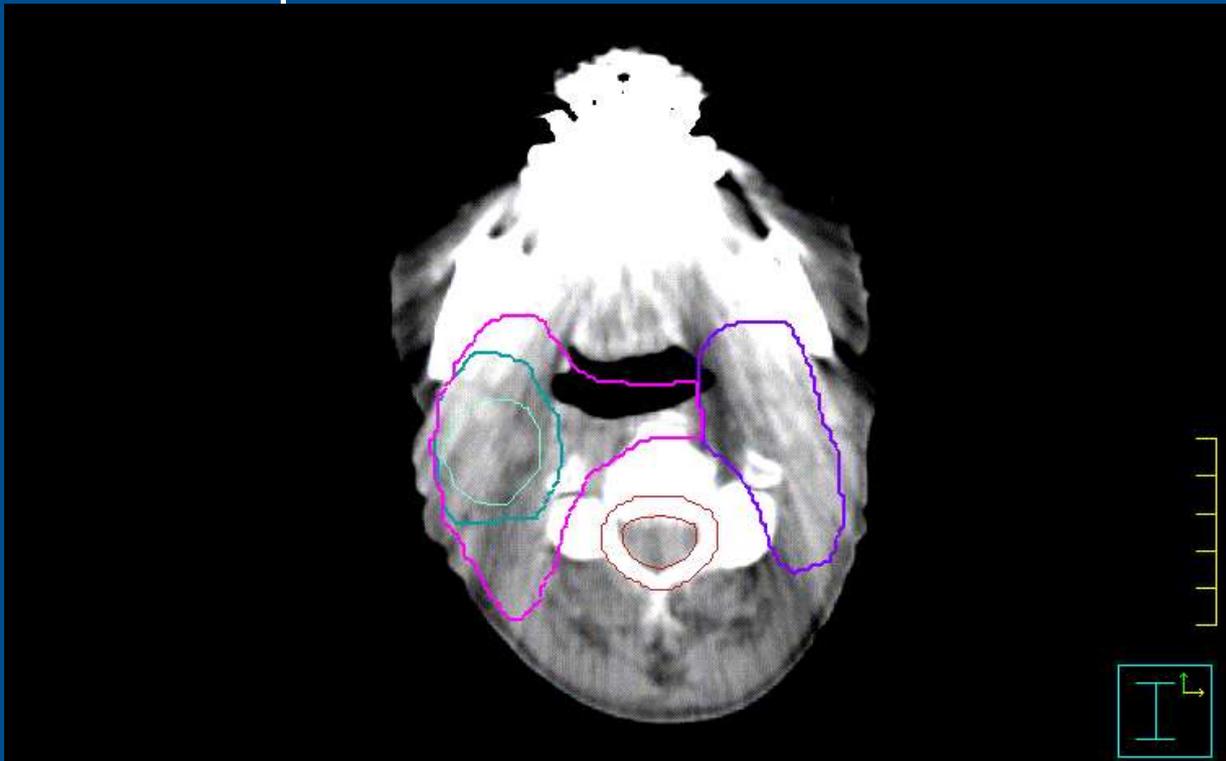
# Beispiele aus der Praxis



- Prostata Ca Patient mit Doppel-Tep: SB im Schatten



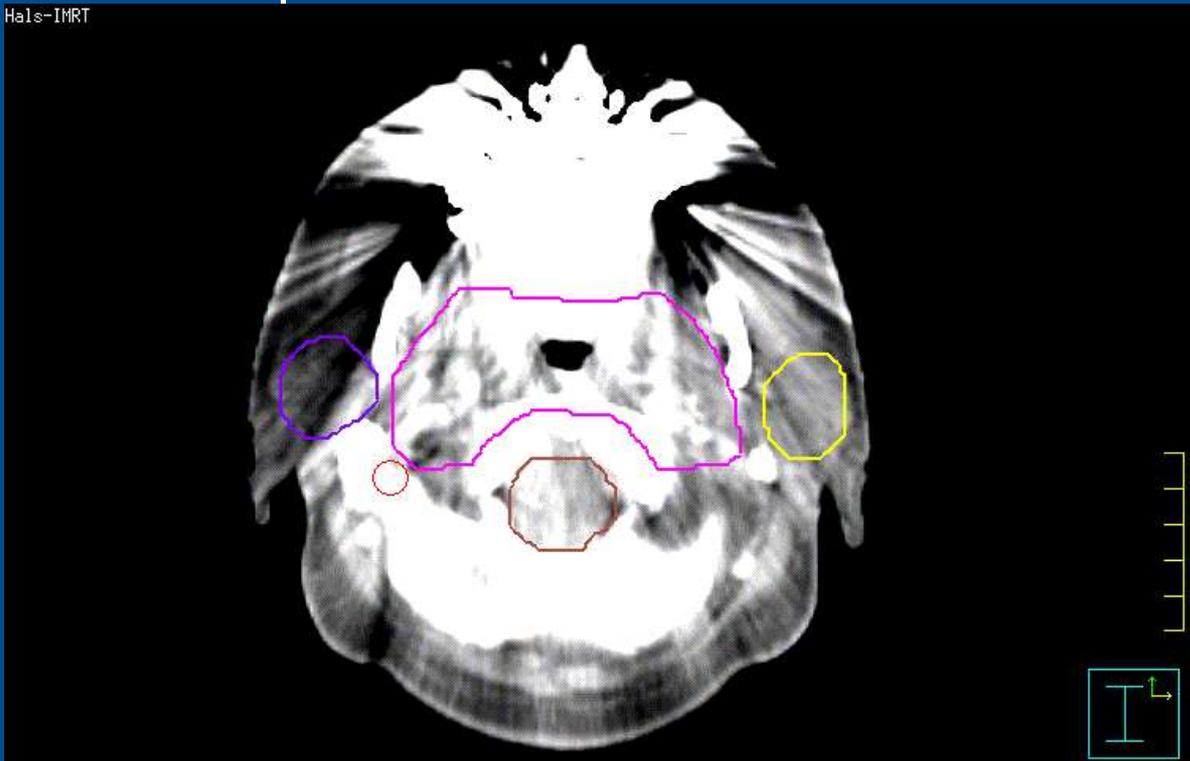
# Beispiele aus der Praxis



- HNO Patient mit Zahn-Metall-Artefakten: Tumor schwer erkennbar



# Beispiele aus der Praxis



- HNO Patient mit Zahn-Metall-Artefakten: Tumor schwer erkennbar

# Auswahl an Standardsequenzen

- T1 gewichtete Sequenzen stellen die Anatomie dar
- T2 gewichtete Sequenzen stellen krankhafte Veränderungen dar (z.B. Tumorgewebe hat längere T2-Relaxationszeit als normales Muskelgewebe > heller)
- T2-FLAIR verwendet man zur Unterdrückung von „freien“ Wasser und zur Darstellung von „gebundenen“ Wasser (Bsp. Ödeme im Gehirn)



# Physikalisch-Technische Probleme

- MRT liefert keine Information über Elektronendichte, d.h. nicht direkt für Bestrahlungsplanung geeignet
- Ausweg1: Bildfusion von CT und MRT
- Ausweg2: Ausführliche Segmentierung und Zuweisung von Organdichten



# Physikalisch-Technische Probleme bei Bildfusion

- Systemtische Fehler aufgrund unterschiedlicher Lagerung in CT und MR
- Organverschiebung (z.B. Darm-Peristaltik) zwischen CT und MR
- Geometrische Verzerrungen:
  - Objekt-induziert
  - System-induziert



# Physikalisch-Technische Probleme bei Bildfusion

- Objekt-induzierte Verzerrungen:  
Magnetfeldveränderungen durch das Objekt  
selber
  - Entmagnetisierungs-Effekte
  - Suzeptibilitätsänderungen innerhalb des Objektes
  - Chemical Shift (z.B. Fettverschiebung )



# Physikalisch-Technische Probleme bei Bildfusion

- System-induzierte Verzerrungen:
  - Magnetfeld-Inhomogenitäten des Statischen Magnetfeldes
  - Magnetfeld-Inhomogenitäten bzw. Abweichung von der Linearität des Gradientenfeldes
  - Frequenz-Schwankungen



# Physikalisch-Technische Probleme bei Bildfusion

- Konsequenzen:
  - Quantifizierung und Korrektur der Verzerrungen notwendig
  - Ausführliche QA durch geeignete Phantom-Messungen mit verschiedenen Geometrien und Sequenzen



# Physikalisch-Technische Probleme bei Segmentierung und Dichte- Zuweisung

- Fehlende oder unzureichende Referenzbilder für die Bildgeführte Strahlentherapie (EPID, Cone Beam CT)
- Ausweg:
  - MRRs (Knochendarstellung > UTSE)
  - Linac kombiniert mit MR (work in progress)



## Projekt in Bamberg

- Installation eines Siemens Magnetom Avanto (1,5 T) mit großem Durchmesser
- Glasfaser-Tischplatte mit Indizierung, d.h. alle Lagerungshilfen (BlueBags, Kopf-Hals-Masken) sind verwendbar
- Flex-Spulen für Abdomen und Kopf-Hals
- Laser-Brücke von LAP



SOZIALSTIFTUNG BAMBERG

HEILEN. WOHLFÜHLEN. BETREUEN.

# Projekt Bamberg



- Bild MR mit Laser-Brücke (Bild wurde von Fa. LAP zur Verfügung gestellt)



# Projekt in Bamberg

- Zunächst Becken-Patienten mit folgendem Protokoll:
  - Planungs-CT: Bein-Vakuumkissen, definierte Blasen- und Rektumfüllung, IZ-Def und Markierung
  - Direkt im Anschluss Planungs-MR in Bestrahlungsposition
  - Ausrichtung nach Laser um Rotationen zu vermeiden (z.B. adipöse Patienten)
- Kopf-Tumoren und HNO-Tumoren
- QA-Prozeduren etablieren z.B. wg. Verzerrungen



# Klinische Probleme

- Interpretation der MR-Bilder erfordert geschultes Personal, insbesondere bei neuen Sequenzen (Radiologen konsolidieren)
- Grenzen des Systems müssen bekannt sein (Artefakte, Fehl-Interpretationen, Verzerrungen)
- Akzeptanz: Bereitschaft/Notwendigkeit die ZVs kleiner, individueller und genauer zu definieren
- Planung mit MRT sinnvoll/notwendig?