

# Korrektur von Patientenbewegung für die tomographische (3D+Zeit) Niedrigstdosis-Fluoroskopie mit interventioneller Flachdetektor-CT (C-Bogen-CT)

Barbara Flach<sup>1,2</sup>, Marcus Brehm<sup>1,2</sup>, Jan Kuntz<sup>1,2</sup>, Sönke Bartling<sup>2,3</sup> and Marc Kachelrieß<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Friedrich-Alexander-University (FAU) Erlangen-Nürnberg, Germany

<sup>2</sup>German Cancer Research Center (DKFZ), Heidelberg, Germany

<sup>3</sup>Institute for Clinical Radiology and Nuclear Medicine, Mannheim, Germany

# Zielsetzung

- Tomographische (3D+Zeit) Fluoroskopie als Alternative zur heute üblichen projektiven (2D+Zeit) Fluoroskopie
- Herausforderung: ähnliches Dosislevel

Heute:



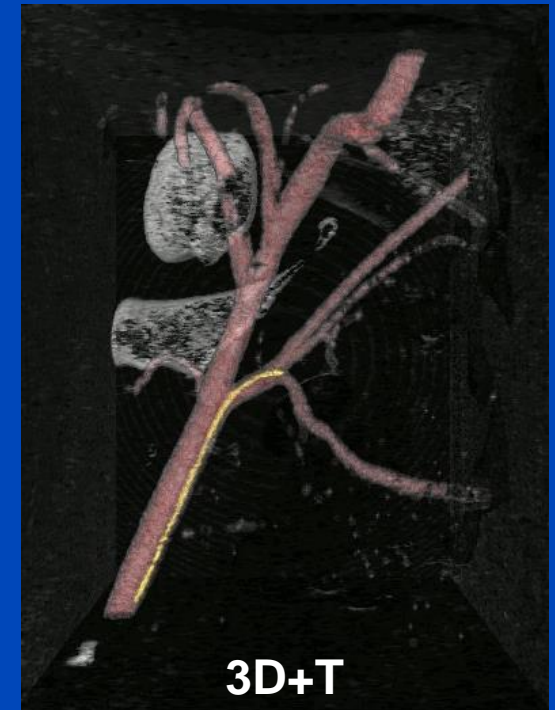
3D



2D+T



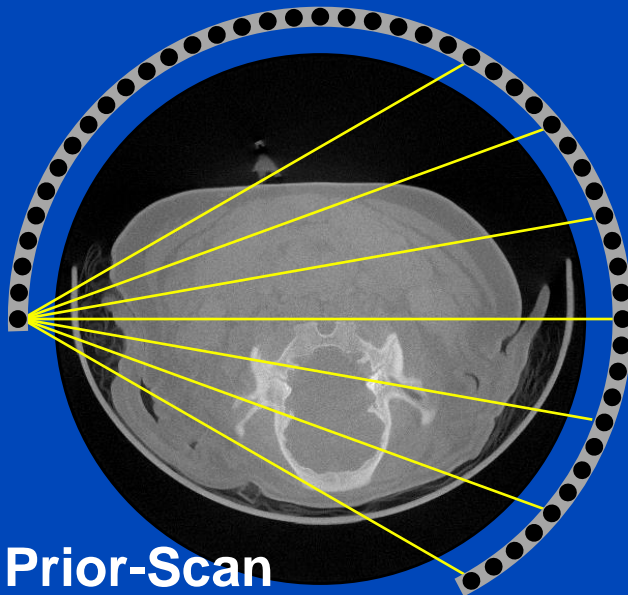
Zukunft:



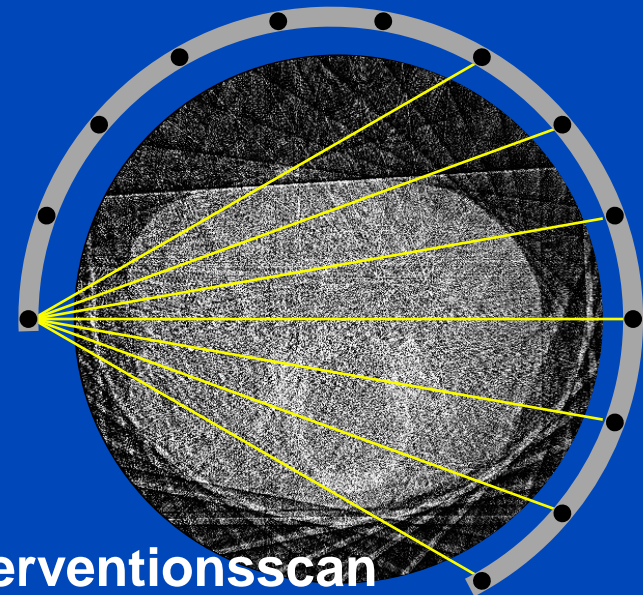
3D+T

# Realisierung

- **Niedrige Dosis durch:**
  - Niedrige Röhrenspannung und niedrigen Röhrenstrom
  - Wenige gepulste Projektionen
- **Nutzbare Vorteile der Interventionsführung:**
  - Wiederholtes Scannen derselben Körperregion
  - Interventionsmaterial = feine Strukturen von hohem Kontrast



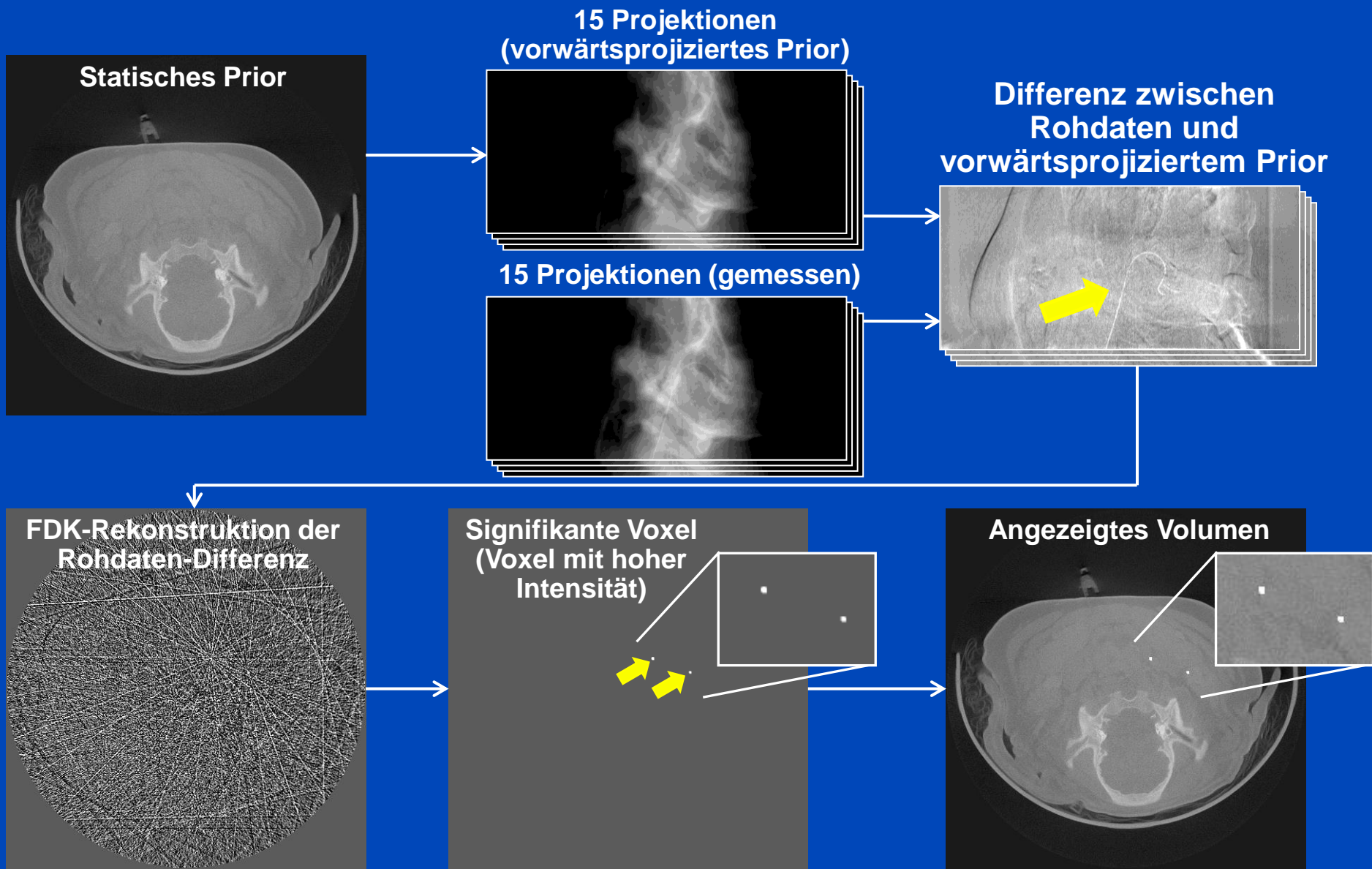
**Prior-Scan**  
viele Projektionen



**Interventionsscanscan**  
wenige Projektionen



# PrIDICT-Algorithmus<sup>[1]</sup>



# PrIDICT-Algorithmus<sup>[1]</sup>

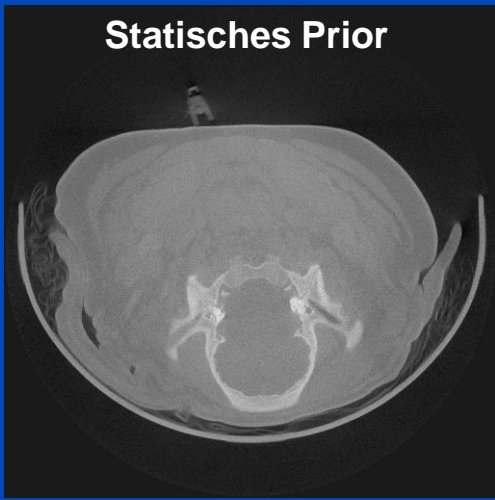


## Warum Weiterentwicklung?

- Problem des PrIDICT-Algorithmus: Patientenbewegung nach dem Prior-Scan
- Running Prior: Berücksichtigung von Patientenbewegung durch kontinuierliche Anpassung des Priors – für den Erhalt des Dosis-Levels ohne zusätzliche Projektionen
  - Deformierung mittels Registrierung
  - Einbeziehen der gerade gemessenen Projektionen ins Prior

# PrIDICT-Algorithmus<sup>[1]</sup>

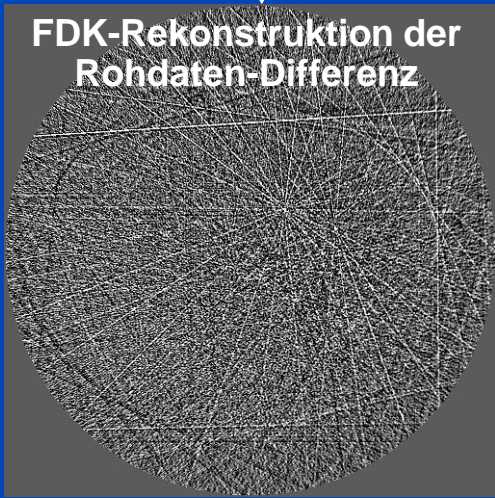
Statisches Prior



## Warum Weiterentwicklung?

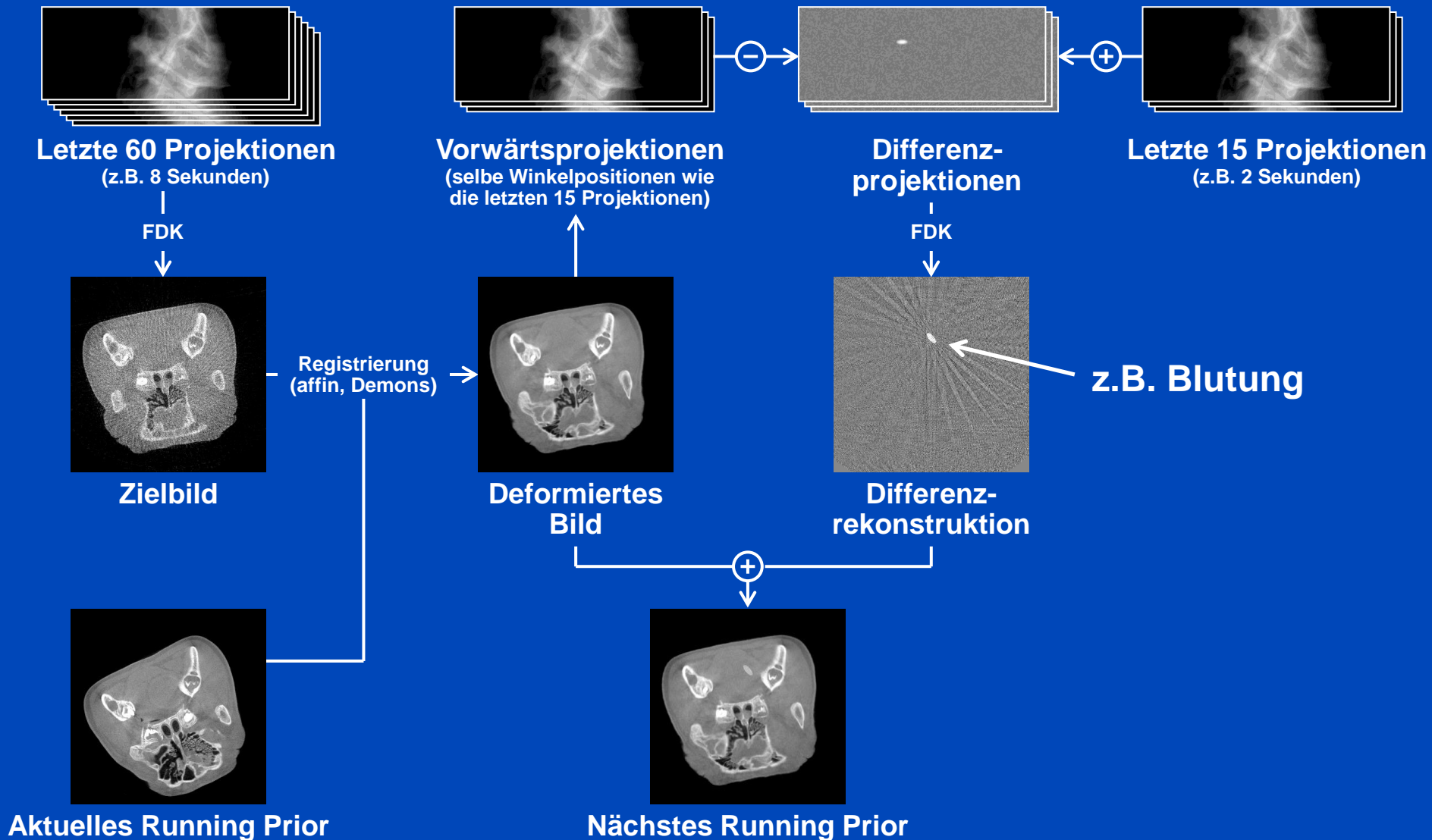
- Problem des PrIDICT-Algorithmus: Patientenbewegung nach dem Prior-Scan
- Running Prior: Berücksichtigung von Patientenbewegung durch kontinuierliche Anpassung des Priors – für den Erhalt des Dosis-Levels ohne zusätzliche Projektionen
  - Deformierung mittels Registrierung
  - Einbeziehen der gerade gemessenen Projektionen ins Prior

FDK-Rekonstruktion der Rohdaten-Differenz





# Workflow der Running Prior Technik



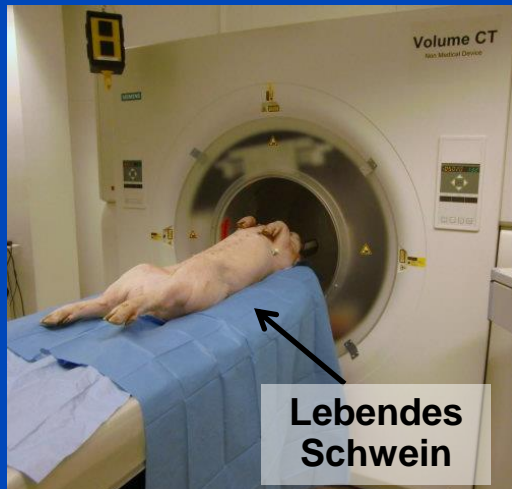
# Messungen

- **System:**

- **Volume CT Prototyp**

- Flachdetektor wie C-Arm
- Klinische CT Gantry

- **Experimenteller Aufbau**



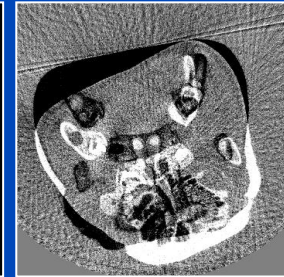
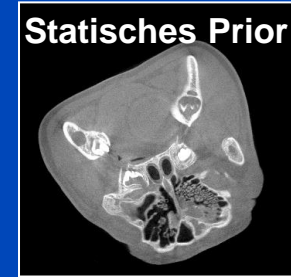
- **Prior-Scan:**

- Vor der Intervention
- $N_{360} = 600$  Projektionen per  $360^\circ$
- $T_{\text{rot}} = 19$  s
- 1 einzige Rotation

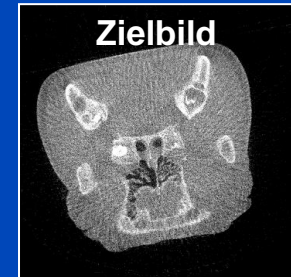
- **Interventionsscan:**

- Während der Intervention
- $N_{180} = 15$  Projektionen per  $180^\circ$
- $T_{\text{rot}} = 2$  s/ $180^\circ$
- Viele Rotationen (abhängig von der Zeit, die für die Intervention benötigt wird)
- Sondierung der Karotis eines lebenden Schweins mit einem Führungsdraht während des Scans

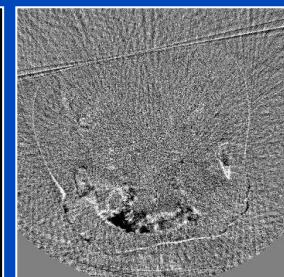
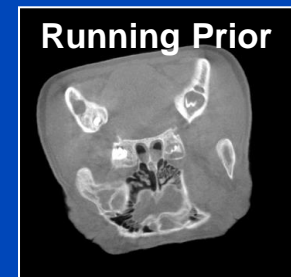
Differenz zum Zielbild



Position vor der Intervention



Position während der Intervention



Position nach der Deformierung



# Verbesserung in der Rohdaten-Differenz

Differenz zwischen gemessenen Rohdaten und vorwärtsprojiziertem **statischem Prior**

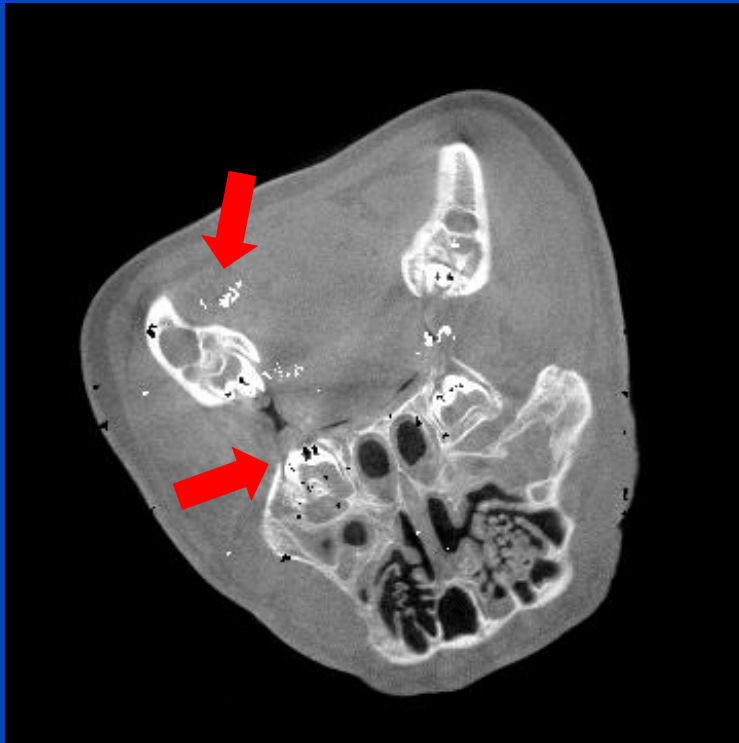


Differenz zwischen gemessenen Rohdaten und vorwärtsprojiziertem **Running Prior**



# Statisches Prior vs. Running Prior I

PrIDICT mit **statischem Prior**



Artefakte aufgrund von  
Bewegung

PrIDICT mit **Running Prior**



Keine Artefakte

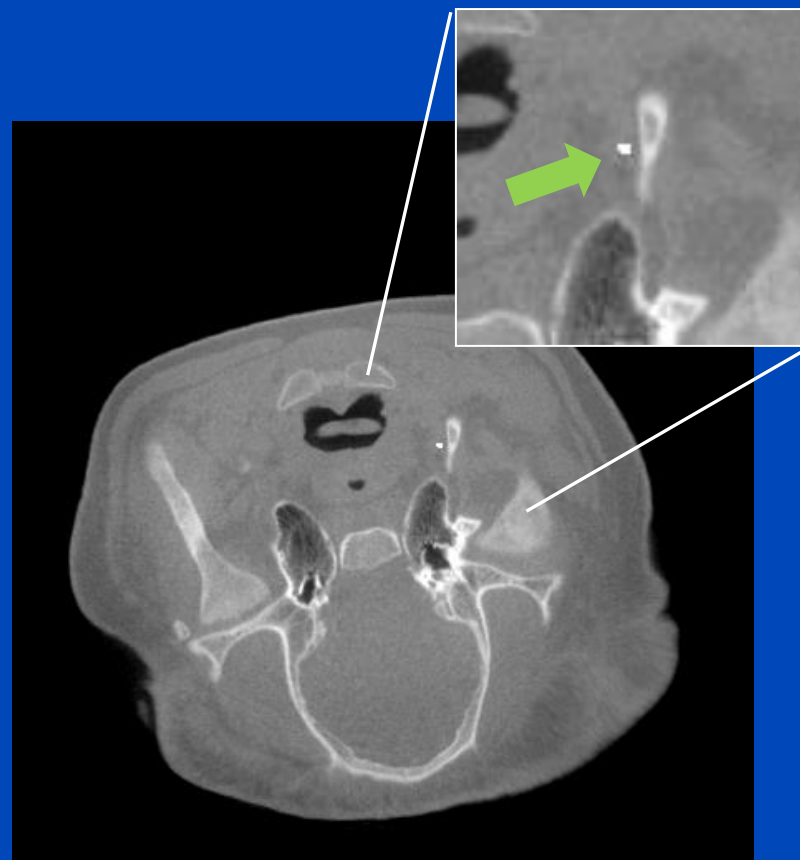
# Statisches Prior vs. Running Prior II

PrIDICT mit **statischem Prior**



Falsche Position des Drahts

PrIDICT mit **Running Prior**

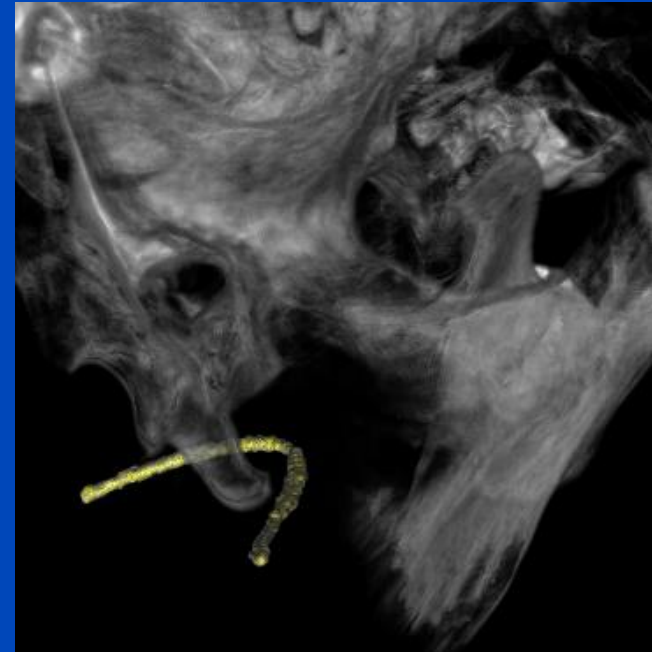


Korrekte Position des Drahts



# Zusammenfassung

- **Vorteile des Running Priors gegenüber dem statischen Prior:**
  - Weniger Artefakte in den Rekonstruktionen
  - Höhere Verlässlichkeit, da das Interventionsmaterial an der korrekten Position dargestellt wird
- **Keine zusätzliche Dosis für das stetige Anpassen des Priors**
- **Auch mit Patientenbewegung könnte tomographische Fluoroskopie zur Interventionsführung bei einer Dosis, die vergleichbar zur projektiven Fluoroskopie ist, möglich werden**



# Vielen Dank!

Diese Präsentation wird in Kürze unter [www.dkfz.de/ct](http://www.dkfz.de/ct) zur Verfügung stehen.

Diese Studie wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unter Grant KA 1678/6-1 unterstützt.

Die High Performance Rechenhardware wurde vom Universitätsbund Erlangen-Nürnberg e.V., Erlangen, Germany gestellt.

Teile der Rekonstruktionssoftware wurden von RayConStruct® GmbH, Nürnberg, Germany zur Verfügung gestellt.