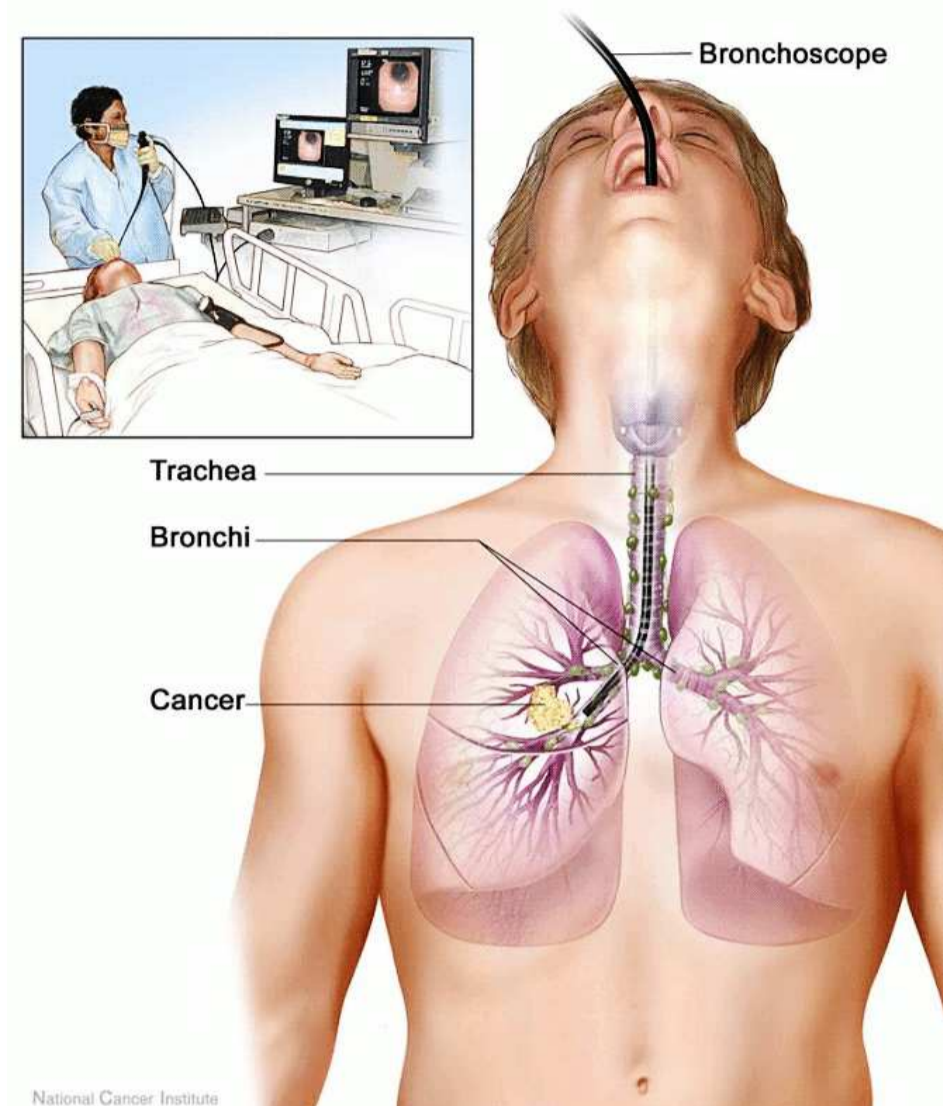


Video-basiertes Tracking eines Bronchoskops

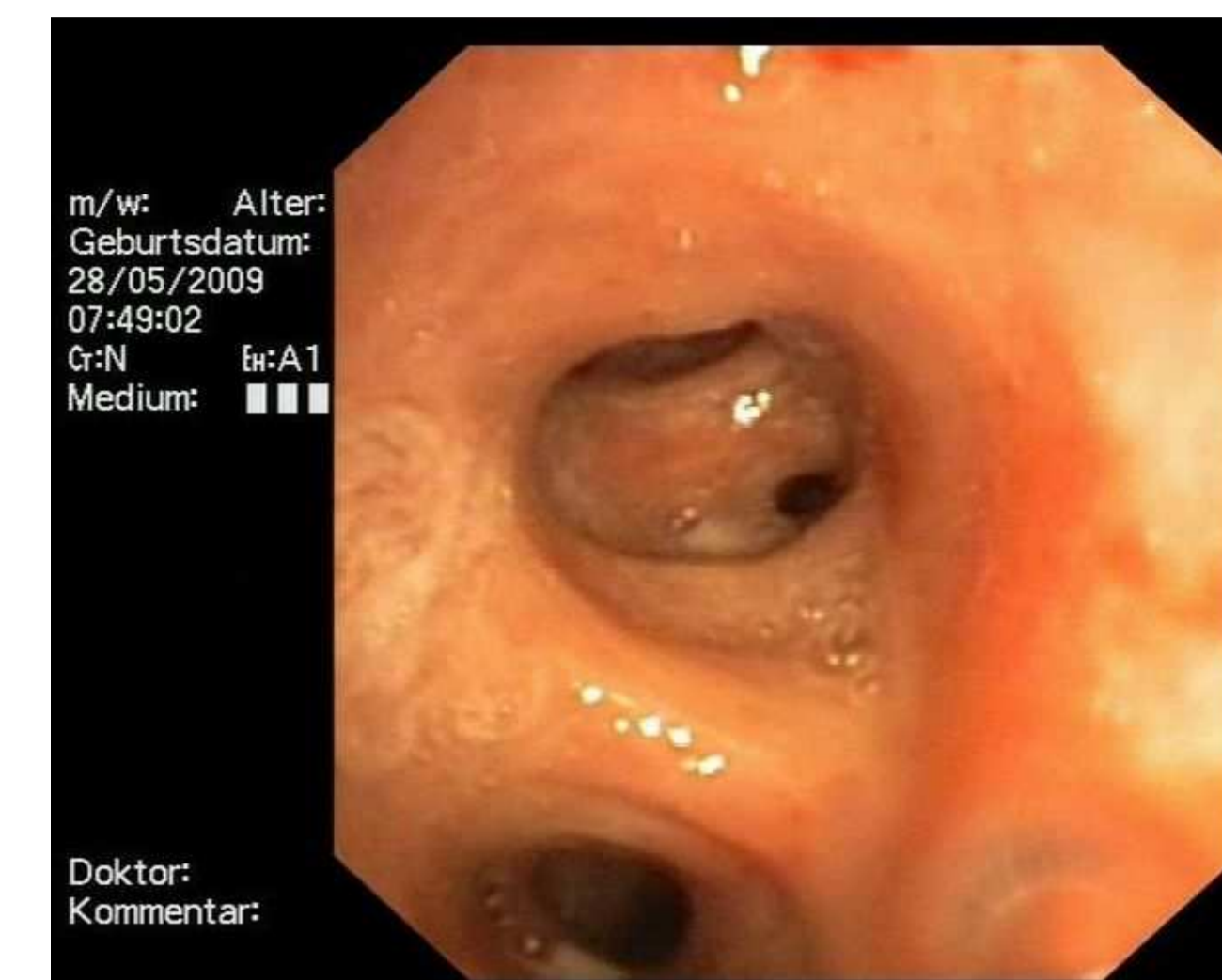


Tobias Reichl¹, Oliver Kutter¹, Benedikt Schultis¹,
Manuela Menzel², Hubert Hautmann², Nassir Navab¹
¹ Computer Aided Medical Procedures (CAMP) – TU München
² Medizinische Klinik I, Klinikum rechts der Isar – TU München



Klinische Anwendung: Bronchoskopie

- *Bronchoskopie ist eine weit verbreitete Technik für Diagnose und Therapie von Atemwegserkrankungen.*
- *Üblicherweise müssen sich Ärzte auf ihr Wissen über anatomische Strukturen und das Videobild des Bronchoskops verlassen.*
- *Selbstähnlichkeit der Bronchien und Bewegung des Bronchoskops erschweren die Orientierung.*
- *Hilfestellung in Form von Navigationssystemen ist dringend notwendig. Hierbei können die aktuelle Position der Instrumente oder wichtige Strukturen der Anatomie dargestellt werden.*



Methode

Virtuelle Bronchoskopie

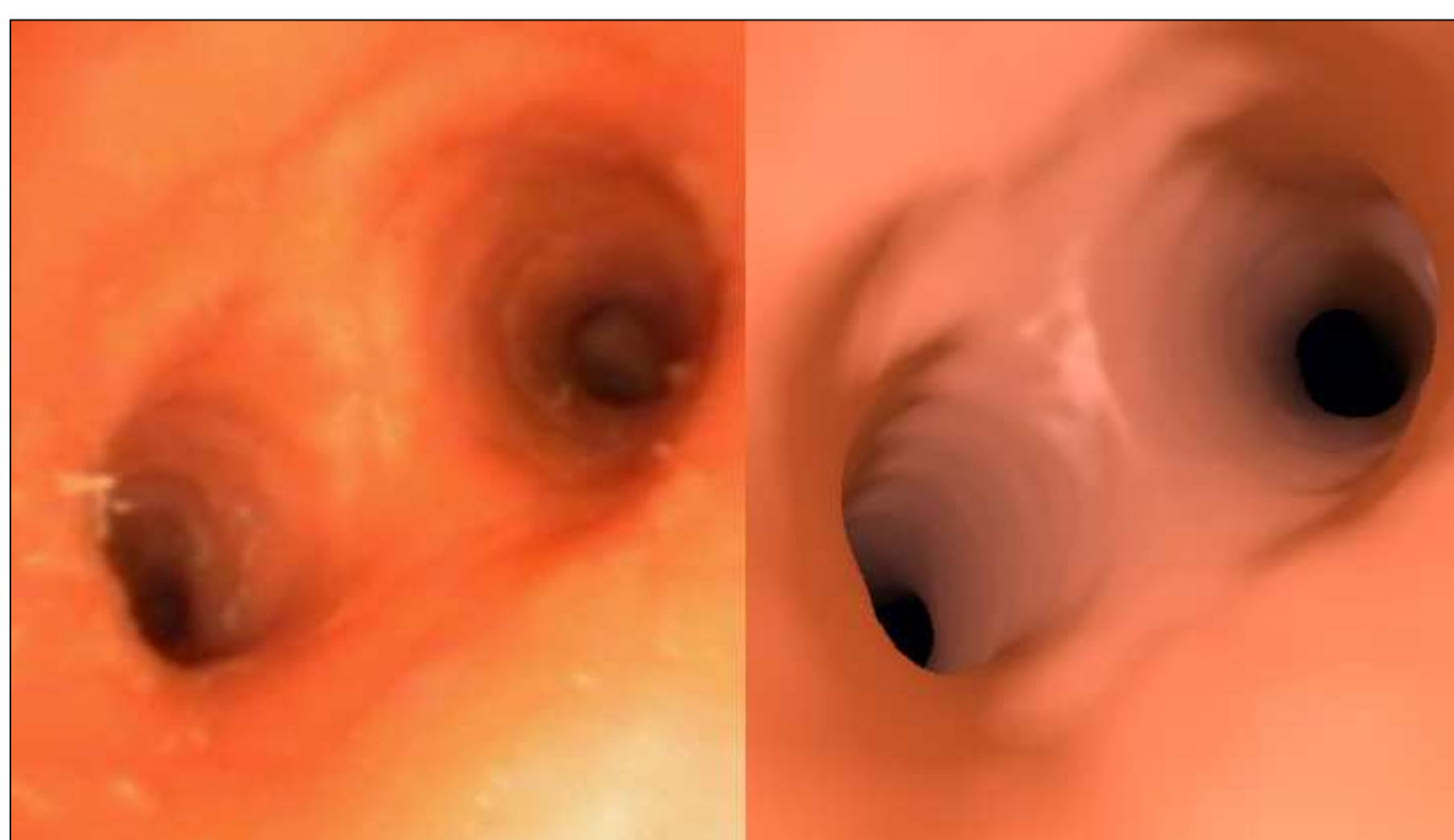
- *Weniger markante Features verfügbar als beispielsweise in der Speiseröhre, daher intensitätsbasierte Registrierung*
- *Registrierung einer Sequenz von 2D-Videobildern mit einem 3D-CT-Datensatz mit Hilfe von Virtueller Bronchoskopie*
- *Für jedes Videobild in der Sequenz Positionsbestimmung der Kamera innerhalb des CT-Datensatzes*
- *Rendering, Ähnlichkeitsmaß und Visualisierung auf der GPU mittels OpenGL/GLSL*

2D-3D-Registrierung

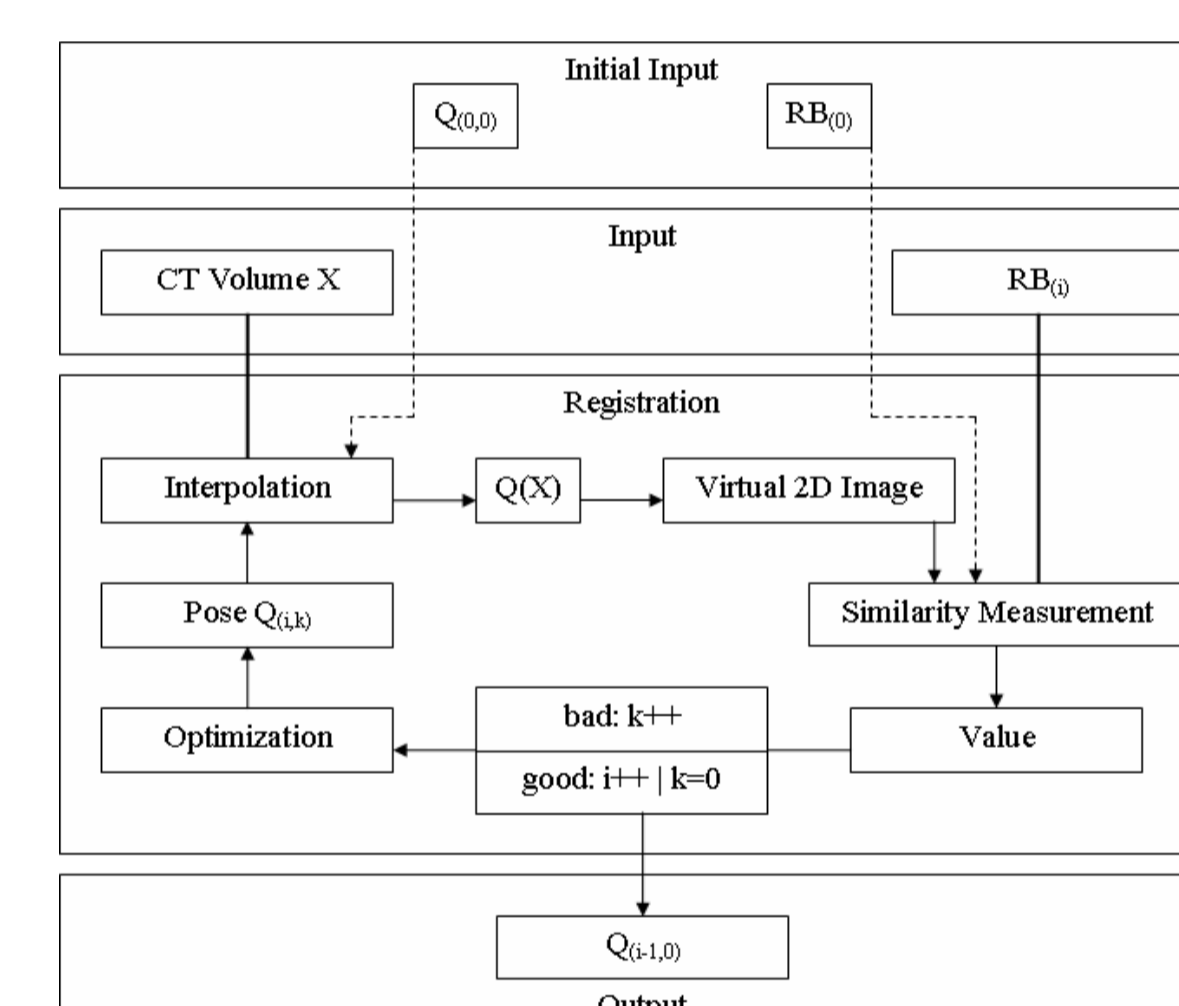
- *Kalibrierung des Bronchoskops und Entzerrung des Kamerabilds*
- *Darstellung der Atemwege über Iso-Oberflächen-Rendering*
- *Iterative Suche nach demjenigen virtuellen Bronchoskopie-Bild, das die größte Ähnlichkeit mit dem aktuellen Videobild aufweist*
- *Optimierung der extrinsischen Parameter ergibt eine Position und Orientierung innerhalb des CT-Datensatzes*
- *Zusätzliche Prüfung darauf, dass das Innere der Bronchien bei der Suche nicht verlassen wird*



Navigationssystem für die Bronchoskopie



Videobild (links), virtuelle Bronchoskopie (rechts)

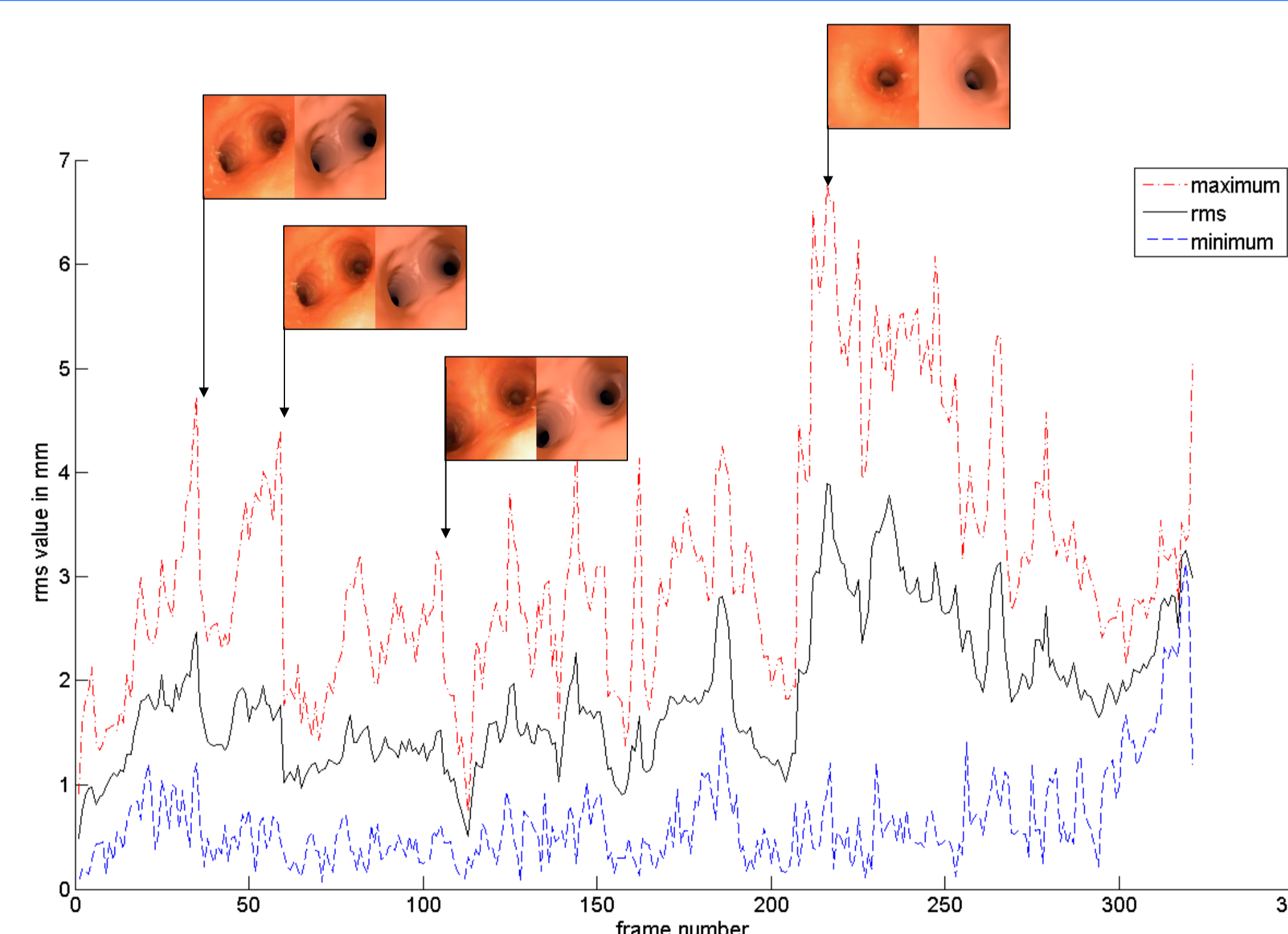


Ablaufdiagramm 2D-3D-Registrierung

Evaluierung & Ergebnisse

Genauigkeit und Robustheit

- *Abschätzung der Genauigkeit anhand der Präzision, d. h. anhand der Wiederholungsgenauigkeit*
- *Um nicht-deterministisch eine Mehrzahl von Durchläufen aufzeichnen zu können, wird bei der Positionsbestimmung für jedes Bild in der Videosequenz ein festgelegtes Rauschen auf den Startwert der Optimierung addiert.*
- *Robustheit gegenüber diesem Rauschen wird quantifizierbar, ebenso konvergieren die Durchläufe idealerweise anhand der enthaltenen Information auf dieselbe Position.*
- *Über einen Großteil der Sequenz besser als 2 mm, später 3 mm*



Diskussion

- *Tracking-Präzision deutlich besser in Bereichen mit ausgeprägten Merkmalen wie Bifurkationen*
- *Inkrementelles Tracking ist möglich, das z. B. mit einer Vorhersage der Bewegung mittels Kalman-Filter noch verbessert werden könnte.*
- *Eine Möglichkeit zur (Re-)Initialisierung stellt elektromagnetisches Tracking dar.*
- *Ebenso können zukünftig Informationen über die lokale Anatomie verwendet werden, z.B. die Längsachsen der Bronchien.*
- *Für fotorealistische virtuelle Bronchoskopie sind zahlreiche Parameter notwendig. Vereinfachung wäre wünschenswert z. B. durch Berechnung der Tiefeninformation durch das Rendering.*

Referenzen

- Mori et al. Method for tracking camera motion of real endoscope by using virtual endoscopy system. SPIE Medical Imaging 2000
- Deguchi et al. A method for bronchoscope tracking using position sensor without fiducial markers. SPIE Medical Imaging 2007
- Atmosukarto et al. An interactive 3D user interface for guided bronchoscopy. SPIE Medical Imaging 2007
- Hautmann et al. Electromagnetic catheter navigation during bronchoscopy: validation of a novel method by conventional fluoroscopy. Chest 2005
- Wegner et al. Evaluation and extension of a navigation system for bronchoscopy inside human lungs. SPIE Medical Imaging 2007
- Mori K et al. Bronchoscope tracking based on image registration using multiple initial starting points estimated by motion prediction. MICCAI 2006
- Mori et al. Hybrid bronchoscope tracking using a magnetic tracking sensor and image registration. MICCAI 2005

Danksagung: Diese Arbeit wurde von der DFG im Rahmen des Projekts „Navigierte Bronchoskopie“ (NA 620/2-1) gefördert.