

Ingmar Gergel

Dr. sc. hum.

## **Computer-assisted navigation with respiratory motion compensation for bronchoscopic interventions**

Promotionsfach: DKFZ (Deutsches Krebsforschungszentrum)

Doktorvater: Prof. Dr. H.-P. Meinzer

Zur Diagnose und Klassifikation von Lungenkrebs werden häufig bronchoskopische Eingriffe, wie beispielsweise die transbronchiale Nadelaspiration (TBNA) angewandt. Aufgrund des komplexen Aufbaus der Lunge besteht jedoch eine der Hauptschwierigkeiten darin, die exakte Stelle für die Biopsieentnahme zu finden und die eigentliche Biopsieregion zu treffen. Aktuell werden daher die meisten Eingriffe unter Zuhilfenahme von Fluoroskopie durchgeführt, um so die Position des Instruments zu verifizieren. Dies stellt jedoch eine zusätzliche Strahlenbelastung für Patient und Klinikpersonal dar. Des Weiteren ist die TBNA Biopsie-Erfolgsrate speziell für peripher gelegene Läsionen niedrig. Als Ursache hierfür lässt sich zum einen die unzureichende Positionsbestimmung des Biopsieinstruments festhalten und zum anderen die Atmung, welche zu einer starken Bewegung des Lungengewebes, insbesondere in der Peripherie, führt und somit den Eingriff zusätzlich erschwert.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden neue innovative Konzepte für computerassistierte Interventionen in der Lunge entwickelt, implementiert und evaluiert. Der Fokus lag hierbei auf einem Navigationskonzept für transbronchiale Eingriffe, da diese Form der Eingriffe einen besonders hohen Bedarf an Navigationsführung zur Biopsieregion aufweisen. Hierfür wurde zuerst eine TBNA-Nadel entwickelt und evaluiert, die über ein elektromagnetisches System geortet und weiterverfolgt werden kann. Anschließend wurde für die exakte Ortung des Bronchoskops und der TBNA-Nadel ein zweistufiger Algorithmus zur Kompensation der Atembewegung entwickelt und ebenfalls evaluiert. Abschließend wurde eine vollständige Applikation implementiert, um den Arzt vor und während der Intervention zu unterstützen. Präinterventionell können anatomische Strukturen in einer dreidimensionalen (3D) Darstellung individuell für jeden Patienten untersucht werden. Während des Eingriffs werden die Positionen der verwendeten Instrumente in Echtzeit auf dem Computertomographie Bild des Patienten angezeigt. Des Weiteren wird die Route zur Biopsieregion in einer 3D-Visualisierung der Atemwege angezeigt.

Die vorgeschlagenen Methoden, sowie die entwickelten Geräte wurden ausführlich in einer Reihe von *in-silico* und *in-vitro* Experimenten evaluiert. Den Ergebnissen zufolge ist das präsentierte Navigationssystem eine äußerst nützliche Erweiterung für transbronchiale Interventionen und somit ein wichtiger Beitrag für das Gebiet der navigierten Bronchoskopie.