

Matthias Sebastian Thorn  
Dr. sc. hum.

## **Konzeption, Integration und Evaluierung unterstützender Softwaremodule in der konventionellen Chirurgie der Leber und Niere**

Geboren am: 30.5.1971 in Mainz

Reifeprüfung am 10.7.1991

Studiengang der Fachrichtung Medizinische Informatik vom SS 1993 bis SS 1999

Vordiplom am 20.3.1995 an der Universität Heidelberg

Diplom am 31.7.1999 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Medizinische Informatik

Doktorvater: Prof. Dr. Hans-Peter Meinzer

In dieser Arbeit wurden Softwaremodule realisiert, die es in der konventionellen Leber- und Nierenchirurgie erlauben Operationsplanungen durchzuführen. Darüber hinaus wurde ein internetbasiertes Konzept zur klinischen Integration der Planungsergebnisse entwickelt, durch das ein sicherer Austausch der Planungsdaten mit klinischen Partnern gewährleistet wird. Neben der klinischen Integration wurden die Softwaremodule zur Durchführung von zwei Studien genutzt, deren Ergebnisse vorgestellt werden.

Für die dreidimensionale Aufbereitung der Leber, des Tumors und der intrahepatischen Gefäßsysteme sowie der Berechnung von Funktionsarealen innerhalb des klinischen Routinebetriebes, ist der Zeitaufwand für die Erhebung der Planungsdaten von entscheidender Bedeutung. Dabei beschränkt sich das Zeitfenster auf ein bis drei Stunden. Erst die zeitnahe Realisierung der Operationsplanung kann eine hohe Akzeptanz innerhalb der Klinik erbringen. Dies setzt allerdings ein standardisiertes Vorgehen für die Aufbereitung der Primärdaten voraus. In dieser Arbeit wurden die einzelnen Arbeitsschritte der Operationsplanung innerhalb einer integrierten Softwarelösung, dem LENA-System, realisiert. Aufbauend auf den Ergebnissen der Operationsplanung wurde zur verbesserten Interaktion mit den Planungsdaten und optimierter Visualisierung ein neues System (OrgaNicer) entwickelt, das es dem Benutzer erlaubt, mit den dreidimensionalen Planungsergebnissen frei zu interagieren. Somit wurde erreicht, dass der Chirurg während des Eingriffes auf die Planungsdaten zugreifen kann und neben der sonographischen Information eine weitere Sicht auf das zu operierende Organ erhält. Die Kombination der beiden Systeme erlaubt es heute, eine Operationsplanung innerhalb von knapp einer Stunde zu erstellen. Diese Reduktion des Planungsaufwandes ermöglichte es während der Durchführungsphase dieser Arbeit bereits über 150 Patientendaten zu planen von, denen über 40 für die Diagnostik und spätere Therapieplanung innerhalb der Klinik eingesetzt wurden. Durch diesen kliniknahen Einsatz konnten Probleme innerhalb des Datenflusses identifiziert werden, was zur Konzeption eines internetbasierten Informationssystems (LiverLine) geführt hat. Dabei wurde höchster Wert auf Datensicherheit und Datenschutz sowie auf einen modularisierten Aufbau der Einzelkomponenten gelegt. Bereits Anfang des Jahres 2004 wird eine Realisierung der LiverLine in einer Pilotstudie mit der Universitätsklinik Heidelberg getestet. Insgesamt ist somit ein Paket entstanden, das es erlaubt, Operationsplanung in der Leberchirurgie als

Dienstleitung für chirurgische Zentren anzubieten, was sich derzeit bereits in der Erprobungsphase mit der Universitätsklinik Lausanne, dem Thomas E. Starzl Transplantations Institut in Pittsburgh, der Clínica Alemana in Santiago de Chile und natürlich der Universitätsklinik in Heidelberg befindet.

Neben der klinischen Integration der OP-Planung wurde eine anatomische Studie anhand von 9 Leberdatensätzen durchgeführt. Dabei wurden die Drainagegebiete der Lebervenen sowohl mit der klassischen Einteilung der Leber nach Couinaud, als auch den portalvenösen Versorgungsgebieten korreliert. Darin zeigte sich, dass die gefäßbasierte Berechnung, im Gegensatz zur Couinaudschen Einteilung der Versorgungsgebiete, eine realistische und in der Literatur nachvollziehbare Beziehung zu den Drainagegebieten hat. Darüber hinaus konnte eine höhere Differenzierung der mittleren Lebervene festgestellt werden, als dies bisher in der Literatur beschrieben wurde. Schließlich konnte durch die Zusammenfassung von Segmenten und Sektoren in chirurgische Resektionseinheiten eine hohe Korrelation (Kappa 0,55 - 0,86) gefunden werden. Diese Pilotstudie initiierte eine groß angelegte Studie mit über 50 Datensätzen, die Mitte 2004 ausgewertet wird.

Der Transfer des Planungsangebotes auf die organerhaltende Nierenchirurgie war ein drittes Feld dieser Arbeit. Aufgrund der derzeit zu geringen Auflösung der bildgebenden Verfahren, im speziellen der Computertomographie, ist es nicht möglich, das arterielle Gefäßsystem innerhalb der Niere bis zur zweiten Aufzweigungsgeneration zu verfolgen. Daher wurde in dieser Arbeit untersucht, welche Auflösung zukünftige Multidetektor-CT-Geräte erbringen können und wie sich diese auf die Darstellung der intranephrektischen Gefäße auswirkt. Dazu wurde eine Vergleichsstudie anhand von 23 Hundenieren zwischen digitaler Angiographie und hochauflösender Computertomographie durchgeführt. Dabei ergaben die Untersuchungen, dass das invasive Verfahren der Angiographie auch weiterhin die höchste Auflösung der Gefäße erbringen wird. Es wurde allerdings auch offenkundig, dass eine Ortsauflösung von 0.2 mm, die mit einem 32 Detektor Multislice CT in klinischer Routine erreicht werden kann für die Operationsplanung einen Quantensprung der Möglichkeiten ergeben wird. So können Nierenarterien bis in die vierte Generation verfolgt werden.