

Urs Eisenmann  
Dr. sc. hum.

## **Konzeption und Realisierung eines multimodalen Planungssystems für navigierte Interventionen in der Neurochirurgie**

Fach/Einrichtung: Medizinische Biometrie u. Informatik  
Doktorvater: Prof. Dr.-Ing. Hartmut Dickhaus

Für die Planung komplexer, neurochirurgischer Interventionen werden Bilddaten verschiedener Modalitäten für eine umfassende Beurteilung der konkreten Patientensituation benötigt. Die Entwicklung neuer klinisch relevanter Verfahren in diesem Bereich, wie beispielsweise Modalitäten, Analyseverfahren und Visualisierungstechniken, schreitet stetig voran. Derartige Verfahren sollten frühzeitig in einem klinischen Setting erprobt werden, um ihre Relevanz einordnen zu können und ggf. eine Überführung in die klinische Routine anzustoßen. Im Rahmen dieser Arbeit ist ein flexibles, erweiterbares Operationsplanungssystem für die Neurochirurgie entstanden, welches dieses Problem adressiert.

Zunächst wurde analysiert, welche Schwachstellen die verfügbaren Systeme aus Industrie und Forschung aufweisen, um daraus eine Konzeption für das zu entwickelnde System abzuleiten. Auf Basis dieser Konzeption wurde ein multimodales Operationsplanungssystem implementiert, welches für neurochirurgische Eingriffe am Gehirn notwendige und wichtige Planungsfunktionen bietet. Darüber hinaus wurden drei Lösungsansätze entwickelt, um multimodale Planungsdaten sowie die Funktionen des Operationsplanungssystems für die Neuronavigation nutzbar zu machen.

Ein wesentliches Charakteristikum des hier vorgestellten Ansatzes besteht in der Brückenfunktion zwischen Planung und Intervention, die bisher in keinem der bekannten Forschungssysteme so flexibel und einfach nutzbar umgesetzt wurde. Insofern ist das System besonders für den forschungsorientierten Einsatz in neurochirurgischen Kliniken geeignet. Hierzu tragen verschiedene Merkmale des Systems bei. Im Verlauf der Planung werden sog. Interventionsmodi definiert, welche später während des Eingriffs ausgewählt werden können, um die in der jeweiligen OP-Phase relevanten multimodalen Planungsdaten darzustellen. Das Planungssystem kann intraoperativ an ein kommerzielles Navigationssystem gekoppelt werden, um alle multimodalen Planungsdaten und Funktionen des Systems nutzen zu können. Hierfür werden die navigierten Ansichten des Planungssystems auf dem kommerziellen Navigationssystem dargestellt. Eine Remote-Steuerung ermöglicht es zusätzlich alle notwendigen Funktionen des Planungssystems über das Navigationssystem zu steuern. Somit können Chirurgen die gesamte Interaktion mit dem vertrauten Navigationssystem durchführen und zusätzliche Informationen aus dem Planungssystem nutzen.

Der fertige Systemprototyp wurde hinsichtlich der technischen Performance überprüft und anschließend anhand von zwei klinischen Szenarien erprobt. Hierbei wurden insgesamt 35 klinische Fälle mit dem System geplant und 5 navigierte Eingriffe durchgeführt. In der Erprobung konnte die flexible Erweiterbarkeit des Systems sowie die einfache Integration in den klinischen Workflow demonstriert werden.

Zuletzt wurde der gewählte Ansatz kritisch reflektiert und die klinische Nutzbarkeit des Systemprototyps diskutiert. Hierbei wurde auf derzeitige Grenzen des Systems, mögliche Lösungsansätze und weiteres Entwicklungspotential eingegangen.