

**7. Workshop  
Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin vom  
19. - 21. Oktober 2007 in  
München**



**„Kernmodule und semiautomatische Erweiterungen für  
eine chirurgische Planungssoftware für die Endoprothetik“**

M.Schlimbach, J.Wahrburg  
Zentrum für Sensorsysteme, Universität Siegen, Siegen, Deutschland  
E-Mail: schlimbach@zess.uni-siegen.de

Copyright: VDI Verlag GmbH  
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 267 „Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin, 7. Workshop, Tagungsband“  
Editors: Ralf Tita, Robert Riener, Martin Buss, Tim C. Lüth  
ISBN: 978-3-18-326717-0  
Pages: 43-44

## Kernmodule und semiautomatische Erweiterungen für eine chirurgische Planungssoftware für die Endoprothetik

M.Schlimbach<sup>1</sup>, J.Wahrburg<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universität Siegen, Zentrum für Sensorsysteme,  
Paul Bonatz Straße 9 - 11, D-57076 Siegen

schlimbach@zess.uni-siegen.de

### EINLEITUNG

Mit einer Planungssoftware ist eine zeiteffiziente und sorgfältige präoperative Planung von chirurgischen Eingriffen möglich. Die digitale Planung hilft, die gestiegenen Anforderungen an die Dokumentation operativer Eingriffe in Zukunft zu erfüllen. Außerdem werden die Röntgenfolien im Zuge von digitalen Röntengeräten und bildschirmgestützten Befundungsstationen immer mehr verschwinden.

In dieser Arbeit werden anhand von modiCAS-Planning die Module beschrieben, die in einer chirurgischen Planungssoftware vorhanden sein sollten. Im Anschluss werden einige Assistenzfunktionen vorgestellt, die die Planungen mit einer solchen Software präzisieren und vereinfachen. Diese Assistenzfunktionen sind Bestandteil unserer aktuellen Forschungen.

modiCAS® ist ein Softwareframework, das die verschiedenen Schritte eines chirurgischen Eingriffs von der präoperativen Planung über die intraoperative Navigation bis hin zu einem mechatronischen Assistenzsystem unterstützt. Durch den modularen und universellen Ansatz, der beim modiCAS Projekt verfolgt wird, ist es möglich die Software zur Planung für viele verschiedene chirurgische Eingriffe zu verwenden. Der aktuelle Forschungsschwerpunkt liegt in der Hüftendoprothetik.

### AUFBAU EINER PLANUNGSSOFTWARE

Das Planungsprogramm des modiCAS Projekts ist modular aufgebaut. Abb. 1 zeigt die einzelnen Module. Die zentrale Komponente beinhaltet die graphische Benutzerführung und die Visualisierung. Um einen schnellen und einfachen Planungsablauf zu gewährleisten, können benutzerdefinierte Workflows erstellt werden.

Für die Kommunikation mit Bildservern ist eine DICOM – Schnittstelle implementiert. Über diese Schnittstelle werden Bilddaten von einem PACS System in die Planungssoftware geladen und fertige Planungen

archiviert. modiCAS-Planning unterstützt verschiedene Modalitäten. Bei der Hüft- und Knieendoprothetik stellen Röntgenbilder den Stand der Technik dar.



Abb. 1 Systemübersicht von modiCAS Planning

Im Planungsprozess ist es erforderlich, Strecken zu vermessen, Linien anzulegen oder Winkel zu messen. Diese Funktionen werden im Modul *Planungsobjekte* realisiert. Diesem Modul können nach Bedarf weitere Planungsobjekte hinzugefügt werden.

Neben den Planungsobjekten werden auch Modelle von Implantaten benötigt. Diese Modelle können in Form von 2D- oder 3D-Daten vorliegen. Aufgrund der großen Zahl an Implantaten ist es sinnvoll diese in einer Datenbank zu verwalten. Diese Datenbank bildet ebenfalls die Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Implantaten ab.

Je nach Aufgabe und der präoperativ vorhandenen Bilddaten stehen zum Zeitpunkt der Planung nicht alle benötigten Informationen zur Verfügung, um eine optimale Planung zu erstellen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die Planung intraoperativ zu vervollständigen. Die hierfür notwendigen Schnittstellen zu Navigationssystemen oder intraoperativ vorhandenen bildgebenden Verfahren müssen geschaffen werden.

### SEMIAUTOMATISCHE ASSISTENZFUNKTIONEN

Um den Arzt bei der Planung zu unterstützen, sollen einzelne Arbeitsschritte von semiautomatischen Assistenzfunktionen weitgehend übernommen werden.

Dies ist der Schwerpunkt unserer aktuellen Arbeit. Die hier beschriebenen Funktionen werden derzeit innerhalb des modiCAS Projekts realisiert.

### AUFBEREITUNG DER RÖNTGENBILDER

In der Endoprothetik werden Röntgenbilder, die zur Befundung erstellt wurden, auch als Basis für die präoperative Planung genutzt. Gerade für die Planung sind korrekte Größenverhältnisse von besonderer Bedeutung, da nur so sichergestellt werden kann, dass bei der Planung die korrekten Implantate ausgewählt werden. Aufgrund der Projektionstechnik, die beim Röntgen angewendet wird, müssen die Bilddaten vor der Verwendung skaliert werden. Für die Planung von Hüftprothesen muss die Skalierung auf Höhe des Rotationszentrums erfolgen.

Erfolgt die Skalierung mit einem statistischen Durchschnittswert für alle Patienten, können Planungsfehler von bis zu zwei Implantatgrößen bei der Pfanne auftreten. In Abb. 2 ist zu sehen, wie sich die Größe der Pfanne ändert, wenn die Höhe des Rotationszentrums über dem Röntgentisch variiert wird. Dabei wird von einem Quelle – Detektor Abstand von 100 cm ausgegangen.

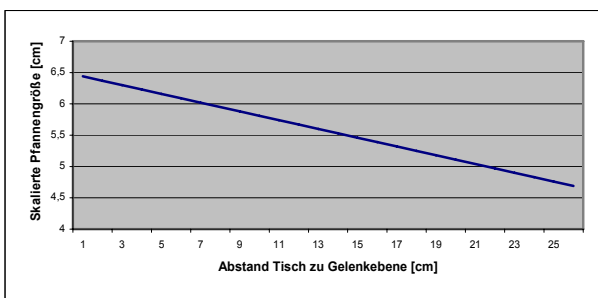


Abb. 2: Verhältnis von skaliertem Pfannengröße zur Höhe der Gelenkebene über dem Röntgentisch für eine Pfanne, die auf dem Detektor mit 7 cm Durchmesser abgebildet wird.

### NORMALISIERUNG

Die Orientierung des Beckens während der Röntgenaufnahme ist von Patient zu Patient unterschiedlich und schwankt ebenfalls bei mehreren Aufnahmen des gleichen Patienten. Für die Angabe der Pfannenwinkel, Inklination und Anteversion, muss die Orientierung des Beckens bekannt sein.

Insbesondere für den Vergleich der Planung mit dem postoperativen Ergebnis muss die Planung an die Orientierung des Beckens auf der postoperativen Aufnahme angepasst werden. An einer Lösung dieses Problems wird zurzeit gearbeitet. Dazu wird im ersten Schritt untersucht, wie präziser die Orientierung des Beckens ermittelt werden muss, um eine ausreichende Genauigkeit zu erreichen.

Ziel ist die Entwicklung eines Verfahrens, mit dem der Abgleich zwischen Planung und postoperativer Aufnahme die erforderliche Genauigkeit aufweist und

für den planenden Arzt möglichst schnell und einfach zu bedienen ist. Für die dafür nötige Berechnung der Beckenorientierung existieren schon Verfahren [Tannast2005].

### PLATZIERUNG DER IMPLANTATE

Bei der Planung einer Hüftendoprothese muss die Pfanne und der Schaft im Röntgenbild platziert werden. Für die Platzierung des Schaftes ist eine feste Verankerung im Femur wichtig. Ziel ist es, die optimale Position und Größe des Schaftes zu finden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen Implantaten, bei denen der Markraum verdichtet wird und solchen, bei denen er ausgehöhlt wird. Außerdem darf die Beinlänge und der Offset nicht nachteilig verändert werden.

Für die Bestimmung der Position müssen im ersten Schritt die Knochenwände des Femurs automatisch erkannt werden. Um die Konturen des Femurs von anderen Kanten zu unterscheiden, sollen statistische Modelle verwendet werden. Danach muss ein passendes Implantat ausgewählt und optimal in den erkannten Strukturen platziert werden.

### SCHLUSSFOLGERUNGEN

In Zukunft werden digitale Planungen immer wichtiger werden. Für einen optimalen Arbeitsablauf lassen sich Planungsprogramme an PACS Systeme anschließen. Damit sich Planungsprogramme durchsetzen, ist es wichtig, dass der Arzt keinen größeren Zeitaufwand, wie bei einer konventionellen Planung hat. Um den Zeitaufwand weiter zu reduzieren, bieten semiautomatische Assistenzfunktionen einen viel versprechenden Ansatzpunkt.

Weitere Vorteile ergeben sich durch die bessere Dokumentation im Qualitätsmanagement und bei forensischen Aspekten.

### LITERATURHINWEISE

[Tannast2005]

M. Tannast, G. Zheng, C. Anderegg, K. Burckhardt, F. Langlotz, R. Ganz, K.A. Siebenrock, "Tilt and Rotation Correction of Acetabular Version on Pelvic Radiographs" Clinical Orthopaedics and Related Research Number 438, 2005

[Reize]

P. Reize, O. Müller, S. Motzny, N. Wülker, "Prediction of the Location of the Centre of Rotation of the Hip Joint External Landmarks" Z. Orthop 2006

[Gross2002] I. Gross, S. Kuenzler, P. Knappe, S. Piek, J. Wahrburg, F. Kerschbaumer, "A Modular and Universal Planning System for Navigation- and Robotic- Based Interventions in Alloarthroplasty and Large Bone Surgery", MICCAI 2002