

**8. Workshop  
Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin vom  
20.-21. März 2009 in Berlin**



**„System zur optimierten intraoperativen Positionierung  
von künstlichen Hüftpfannen“**

Tobias Lindner, Maximilian Haenle, Daniel Klüß, Rainer Bader  
Forschungslabor FORBIOMIT, Orthopädische Klinik und Poliklinik, Universität Rostock,  
Rostock, Deutschland  
E-Mail: Tobias.Lindner@med.uni-rostock.de

Christian Kliewe, Wolfram Mittelmeier  
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD, Universität Rostock, Rostock, Deutschland

Copyright: VDI Verlag GmbH  
Band: Fortschritt-Bericht VDI Reihe 17 Nr. 274 „Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin, 8. Workshop, Tagungsband“  
Editors: Thomas Schauer, Henning Schmidt, Marc Kraft  
ISBN: 978-3-18-327417-8  
Pages: 31-32

## System zur optimierten intraoperativen Positionierung von künstlichen Hüftpfannen

Tobias Lindner<sup>1</sup>, Maximilian Haenle<sup>1</sup>, Daniel Klüß<sup>1</sup>, Christian Kliewe<sup>2</sup>, Wolfram Mittelmeier und Rainer Bader<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Forschungslabor FORBIOMIT, Orthopädische Klinik und Poliklinik, Universität Rostock, Rostock, Deutschland

<sup>2</sup>Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD, Universität Rostock, Rostock, Deutschland

Kontakt: Tobias.Lindner@med.uni-rostock.de

### Einleitung

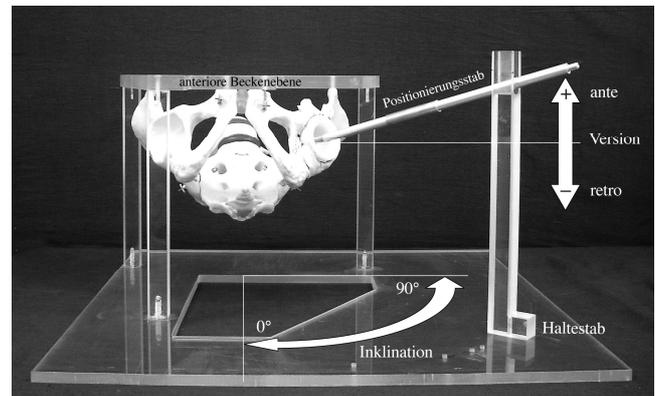
Die Implantation einer Hüftendoprothese ist eine der erfolgreichsten Operationen am Bewegungsapparat und hat dazu beigetragen die Lebensqualität von Millionen von Patienten entscheidend zu verbessern. Weltweit werden derzeit pro Jahr ca. 1.500.000 primäre Hüftendoprothesen implantiert.

Für die Funktion und eine möglichst lange Standzeit einer Hüftendoprothese ist die Implantatposition ein ausschlaggebender Einflussfaktor. Postoperative Komplikationen wie zu geringes Bewegungsausmaß, Instabilität oder gar Luxation der Hüftendoprothese sind in den meisten Fällen auf eine ungünstige Implantatposition zurückzuführen [1]. Optimale Positionswinkel für die künstliche Hüftpfanne im acetabulären Knochenlager sind mehrfach beschrieben [2]. Obwohl Navigationsgeräte zur Erhöhung der Positionsgenauigkeit zur Verfügung stehen, wird aus Kosten- und Zeitgründen meist auf eine derartige computergestützte Positionierung verzichtet [3, 4, 5]. Ziel ist es, die Einbauwinkel der Pfanne während der manuell ausgeführten Operation einfach und exakt bestimmen zu können. Daher wurde ein einfach handhabbares und vergleichsweise kostengünstiges System entwickelt, welches eine exakte Positionsbestimmung der Implantat-Einbauwinkel und somit eine Verbesserung der operativen Präzision ermöglicht.

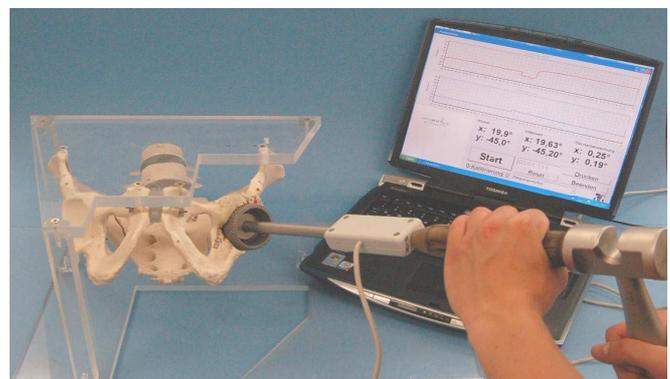
### Methoden und Materialien

Die Position der Hüftpfanne im Becken wird im Wesentlichen durch 2 Winkel, die Inklination und die Version der Pfanne bestimmt [Abb. 1]. Als Bezugsebene wird dabei die anteriore Beckenebene gewählt, die durch die knöchernen Vorsprünge der Spina iliaca anterior superior und den tastbaren Punkten des Os pubis aufgespannt wird. Die Winkel werden vom Operateur jedoch nur abgeschätzt. Aufgrund der eingeschränkten Sicht kann es während der Einbringung des Implantats zu einer Fehlpositionierung der Pfanne kommen [6, 7, 8].

Das entwickelte Positionierungssystem [Abb. 2]. basiert auf Inertialmesssensoren, in Form von Gyroskopen und Beschleunigungssensoren, die im Einschlaginstrumentarium für die künstliche Hüftpfanne integriert sind. Durch Referenzierung der Sensoren auf die anteriore Beckenebene des Patienten können so die Implantateinbauwinkel bestimmt werden.



**Abb. 1:** Inklinations- und Versions-Winkel bei der Implantation von künstlichen Hüftpfannen am Beckenmodell



**Abb. 2:** Einschlaginstrumentarium mit Sensortechnik für die Winkelbestimmung der Implantatposition am vereinfachten Beckenmodell

### Ergebnisse und Diskussion

Bisher werden künstliche Hüftpfannen beim Einbau in den Patienten entweder per Augenmaß des Operateurs oder unter Kontrolle computergestützter Navigationsgeräte implantiert [9, 10]. Bei der Implantation ohne Hilfsmittel kann es auf Grund von Fehleinschätzungen des Operateurs oder Verkipfung des Patienten zu ungünstigen Einbauwinkeln des Implantats kommen. In eigenen experimentellen Untersuchungen konnte demonstriert werden, dass ein unerfahrener Operateur eine höhere Präzision bei der Implantation einer Pfanne im Modell durch eine einfache Positionierungshilfe erreicht als ein erfahrener Ope-

rateur ohne diese Hilfe. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass bei veränderter OP-Lagerung des Patienten auch erfahrene Operateure die Orientierung der Pfanne nicht richtig abschätzen können. Derzeit wird eigens ein spezieller Becken-Dummy entwickelt, um die Genauigkeit unseres Positionierungssystems im Vergleich zu dem üblichen nicht-instrumentierten Vorgehen bei der Pfannenpositionierung zu analysieren.

### Schlussfolgerungen

Navigationsgestützte Implantationen können die Streubreite der einzustellenden Winkel vermindern, sind jedoch mit einem zusätzlichen intraoperativen Zeitaufwand und oder mit einer erhöhten Strahlenbelastung für den Patienten verbunden. Zudem sind derartige System in der Anschaffung sehr kostenintensiv.

Das hier vorgestellte Positionierungssystem stellt eine zeit- und kostengünstigere Option im Vergleich zu komplexen Navigationsgeräten dar.

Die maßgeblichen Vorteile der vorgestellten Lösung bestehen in der einfachen Handhabbarkeit und Schlankheit des Systems. Nach erfolgreicher In-vitro-Validierung soll in nachfolgenden Untersuchungen das System auf dessen intraoperative Gebrauchsfähigkeit getestet werden.

### Literatur

- [1] Bader, R.; Steinhauser, E.; Gradinger, R.; Willmann, G.; Mittelmeier, W.: Computergestützte Bewegungssimulation an Hüftendoprothesen mit Keramik-Keramik Gleitpaarung. Analyse der Einflussparameter Implantat-Design und Position. In: *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 140 (2002), Nr. 3, S.310-6
- [2] Bader, R.; Scholz, R.; Steinhauser, E.; Busch, R.; Mittelmeier, W.: Methode zur Evaluierung von Einflussfaktoren auf die Luxationsstabilität von künstlichen Hüftgelenken. In *Biomed Tech (Berl)* 49 (2004), Nr. 5 S.137-44.
- [3] Mantwill, F.; Schulz, A.P.; Faber, A.: Robotic systems in total hip arthroplasty--is the time ripe for a new approach? In: *Int J Med Robot* 1 (2005), Nr. 4, S.8-19
- [4] Gebhard, F.; Kinzl, L.; Arand, M.: Navigation - Erfahrung zu Kosten und Nutzen. Präzision rechnergestützter Verfahren. In: *Trauma Berufskrankh* 6 (2004), Nr. 2, S. 202-6
- [5] Jenny, JY.: The history and development of computer assisted orthopaedic surgery. In: *Orthopäde* 35 (2006), Nr. 10, S. 1038-42.
- [6] Spencer, J.M.F.; Day, R.E.; Sloan, K.E.; Beaver, R.J.: Computer navigation of the acetabular component: A cadaver reliability study. In: *J Bone and Joint Surgery (Br)* 88 (2006) S. 972-5.
- [7] Lembeck, B.; Müller, O.; Reize, P.; Wülker, N.: Pelvic tilt makes acetabular cup navigation inaccurate. In: *Acta Orthopaedica* 76 (2005), Nr. 4, S. 517-23
- [8] Hufner, T.; Kendoff, D.; Citak, M.; Geerling, J.; Krettek, C.: Precision in orthopaedic computer navigation. In: *Orthopäde* 35 (2006), Nr. 10, S.1043-55
- [9] Honl, M.; Schwieger, K.; Salineros, M.; Jacobs, J.; Morlock, M.; Wimmer, M.: Orientation of the acetabular component. A comparison of five navigation systems with conventional surgical technique. In: *J Bone Joint Surg (Br)* 88 (2006), Nr. 10, S. 1401-5
- [10] Sugano, N.; Nishii, T.; Miki, H.; Yoshikawa, H.; Sato, Y.; Tamura, S.: Mid-term results of cementless total hip replacement using a ceramic-on-ceramic bearing with and without computer navigation. In: *J Bone Joint Surg. (Br)* 89 (2007), Nr. 4 S. 455-460