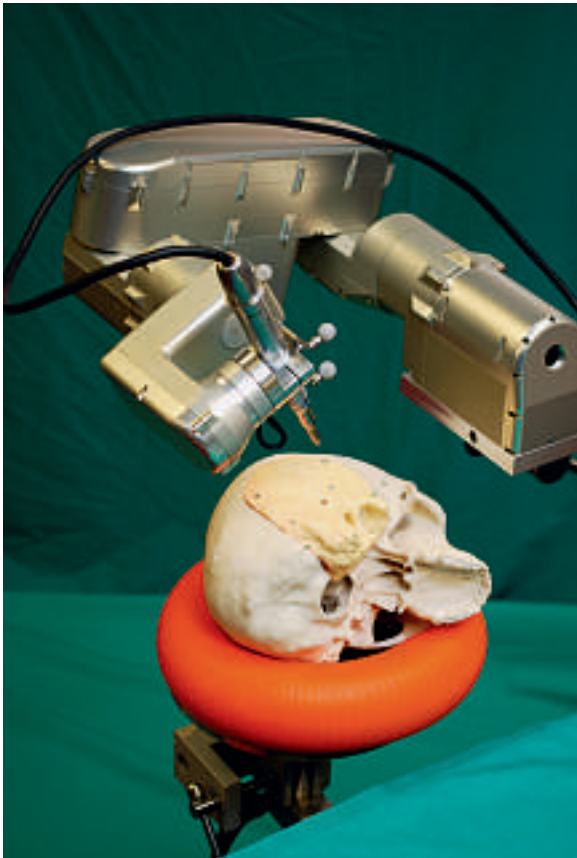


# Heikle Roboter-Fräsarbeiten an der Schädelbasis



Robotersystem mit einem chirurgischen Bohrer und einer optischen Referenz zur Erfassung der Endeffektorlage in einem Positionsmesssystem. (Bilder: NTB, ARTORG)



Robotergelenk mit Kabeldurchführung durch das Zentrum des Harmonic-Drive-Getriebes.

Für Chirurgen wird die Präzisionsmechanik immer wichtiger, denn sie erlaubt es heute, bewegte mechanische Geräte zu entwickeln, mit denen komplizierte und heikle Eingriffe am Menschen präziser und weniger invasiv umgesetzt werden können. Ein Beispiel dafür ist die Anwendung computer- und robotergesteuerter Verfahren in der mikrochirurgischen Hörgeräteimplantation.

(prm) Was sich im Titel furchtbar anhört, ist ein echter Fortschritt, denn es geht darum, Menschen mit Taubheit oder hochgradiger Schwerhörigkeit zu helfen, indem ein Hörgerät äusserlich über dem Ohr getragen und ein Empfänger mit Elektrode direkt in der Hörschnecke implantiert wird. Dieses Problems haben sich Dominik Widmer und Prof. Einar Nielsen an der NTB Innerstaatlichen Hochschule für Technik, Buchs und St. Gallen, zusammen mit Prof. Stefan Weber vom ARTORG, Zentrum für Biomedizinische Technik der Universität Bern, und Prof. Marco Caversaccio von der HNO-Klinik am Inselspital in Bern angenommen.

## Gefragt ist höchste Präzision

Chirurgische Implantationen setzen Fräsarbeiten an der Schädelbasis voraus. Erstens braucht der Empfänger ein in den Schädel gefrästes Implantatlager und zweitens muss ein Zugang zur Hörschnecke erstellt werden, um in diese eine Elektrode einzuführen. Solche Eingriffe erfordern bisher wegen der kleinen Dimensionen der anatomischen Strukturen ein Mikroskop. Zudem muss der Chirurg den Zugang zur Hörschnecke

– am Knochen hinter dem Ohr – grösser eröffnen, als für die Einführung der Elektrode notwendig wäre. Die für eine solche Operation geforderte Genauigkeit wird in der Literatur mit 0,3 bis 0,5 mm angegeben und ist bisher nicht über Führungssysteme erreichbar.

## Interdisziplinäres Arbeiten Voraussetzung

Um diese chirurgische Genauigkeit zusammen mit der Herstellung passgenauer Implantatlager zu erzielen, ist die Verwendung eines speziellen chirurgischen Robotersystems eine interessante Alternative. Wichtig für die Akzeptanz eines solchen assistiven Robotersystems im Operationsaal ist, dass beteiligte Kliniker und Chirurgen bereits in einer sehr frühen Projektphase in dessen Entwicklung einbezogen werden. Die technischen Eigenschaften des Systems sowie die Voraussetzung für dessen spätere Integration lassen sich dann genau definieren. Das System arbeitet auf der Basis dreidimensionaler Bilddaten, anhand derer sich der Roboter relativ zum Patienten ausrichten und bewegen kann. Dabei darf die Position des Roboters nur auf wenige Zehntelmillimeter von der geplanten Bohrachse bzw.

vom Implantatlager abweichen. Dazu muss der Roboter eine Nutzlast von 1 kg in Form von Bohrern oder Endoskopen bewegen können und dabei eine Fräskraft von bis zu 10 N aufbringen. Die Positionsauflösung an der Fräaserspitze wird bei einer Wiederholgenauigkeit von  $\pm 0,05$  mm mit 0,01 mm erwartet, und unter Last darf sich der Roboter höchstens um 0,2 mm durchbiegen.

### Fünfachsig und hochsicher

Die heutige Entwicklung sieht einen fünfachsigigen Roboter mit einer maximalen Reichweite von 500 mm vor. Alle Achsen sind technisch ähnlich aufgebaut, das heisst, sie enthalten die gleichen Getriebeeinheiten (spielfreie Harmonic Drives mit Hohlwellen für die Kabeldurchführung) und Motoren. In der letzten Achse ist ein Kraft-Moment-Sensor integriert, der eine Regelung der Kontaktkräfte erlaubt und eine haptische Bedienung des Roboters gestattet. Die Leistungselektronik für den Antrieb ist im Roboter selber untergebracht. Beim Unterbrechen der Energiezuführung werden alle Achsen mit Bremsen blockiert und die aktuellen Achspositionen digital gespeichert, sodass beim nächsten Systemstart die Positionen in die Regelung zurückgeladen werden können. Aus Sicherheitsgründen wird im Operationssaal eine zusätzliche Positionsüberwachung mit einem optischen Positionsmesssystem durchgeführt. Auf diese Weise lässt sich das System bei etwaigem Fehlverhalten aufgrund von Hard- oder Softwarefehlern in der Steuerung und/oder der Antriebseinheiten sofort ausser Kraft setzen.

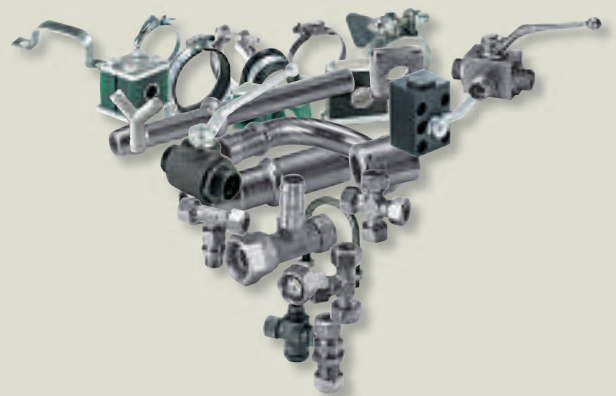
MediSiams Halle 1.1, A1

[enar.nielsen@ntb.ch](mailto:enar.nielsen@ntb.ch)

[stefan.weber@artorg.unibe.ch](mailto:stefan.weber@artorg.unibe.ch)

[hansruedi.frueh@assag.ch](mailto:hansruedi.frueh@assag.ch)

# prêt-à-porter



**Tecalto AG**  
Rautistrasse 58  
8048 Zürich

Telefon +41 44 404 58 58  
Fax +41 44 404 58 00  
[www.tecalto.ch](http://www.tecalto.ch)

**tecalto**

Leitungsbauelemente für die Fluidtechnik: Verschraubungen, Hydraulikschläuche, Befestigungen, Hähne, Ventile, Geräte und Zubehör. Sichere und innovative Produkte, die sofort ab Lager erhältlich sind. Wir helfen Ihnen bei der Lösung individueller Probleme.