

**6. Workshop  
Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin vom  
24.-25. März 2006 in Rostock-  
Warnemünde**



**„Automatisierung eines laparoskopischen  
Nähinstruments“**

Tobias Göpel, Felix Härtl, Franz Freyberger, Hubertus Feussner, Martin Buss  
TU München, München, Deutschland  
E-Mail: tobias.goepel@tum.de

Band: Abstracts der Vorträge des 6. Workshops der Automed 2006  
Editors: T. Ellerbrock  
ISBN: 3-86009-296-0  
Pages: 54-55

## Automatisierung eines laparoskopischen Nähinstrumentes

Tobias Göpel, Felix Härtl, Franz Freyberger, Hubertus Feussner, Martin Buss  
Technische Universität München  
80290 München

tobias.goepel@tum.de

### EINLEITUNG

In der laparoskopischen Chirurgie wird der Kontakt durch den Trokar, das Schlüsselloch zum Operationsgebiet, hergestellt. Die dadurch bedingten Einschränkungen haben dazu geführt, dass eine Vielzahl von kompensatorischen Funktionen [Szarmach2004] [Nakamura2001] in Operationsinstrumente integriert worden ist. Dazu gehören Funktionen, die den Operationsfluss beschleunigen und solche, die die Fähigkeiten des Chirurgen erweitern. Ein auf dem Markt verfügbares Einmalnähinstrument beispielsweise ermöglicht zu nähen, ohne die Nadel an ein anderes Instrument zu übergeben [Nguyen2000]. Die Nadel ist in einer der beiden Backen einer Zange fixiert. Sie kann bei geschlossener Zange in der einen Backe gelöst und in der anderen fixiert werden. Die Bedienung ist anspruchsvoll, da Zangenverschluss und Nadelwechsel gleichzeitig über verschiedene Hebel bedient werden. Dieser Beitrag stellt zwei Prototypen einer mechatronischen Erweiterung dieses Instruments vor, die mit drei Zielen entwickelt wird: (1) Automatisierung des Nadelwechsels und der Zangenöffnung, (2) Messung der Kräfte, die bei der Interaktion mit dem Gewebe auftreten [Tholey2004][Ortmaier2002], und (3) möglichst geringe Störung der intraoperativen Bildgebung. Der Beitrag schließt mit dem Konzept eines dritten Prototyps ab.



Abbildung 1: Die Nadel kann in beiden Backen des Instruments fixiert werden

### MATERIALIEN

Die intraoperative röntgenbasierte Bildgebung wird durch Magnetfelder und magnetisierbare Materialien, die beim Einsatz beispielsweise von Elektromotoren auftreten, gestört. Elektromotoren, die bei der Konstruktion Verwendung finden, sollten also möglichst weit vom Operationsbereich entfernt sein. Antriebstechnologien, die keine oder nur geringe Magnetfelder entwickeln, können auch im operationsnahen Griff integriert sein. Hier bieten sich Hydraulikzylinder und Piezokeramikmotoren an. Eine technische Lösung mit geringem Gewicht sind die Piezokeramikmotoren, die im zweiten Prototyp Verwendung finden.

Als Hüllenmaterial wird Kunststoff und das magnetisch inerte Aluminium verwendet. Zur Messung von Kräften wird im zweiten Prototyp ein Kraftsensor eingesetzt. Zwei Prototypen wurden bisher entwickelt, die Diskussion enthält das Konzept eines Dritten.

Der erste Prototyp automatisiert mit Elektromotoren die Zangenöffnung und den Nadelwechsel (siehe Abbildung 2). Die Elektromotoren befinden sich auf einer Platte außerhalb des Operationsgebietes.

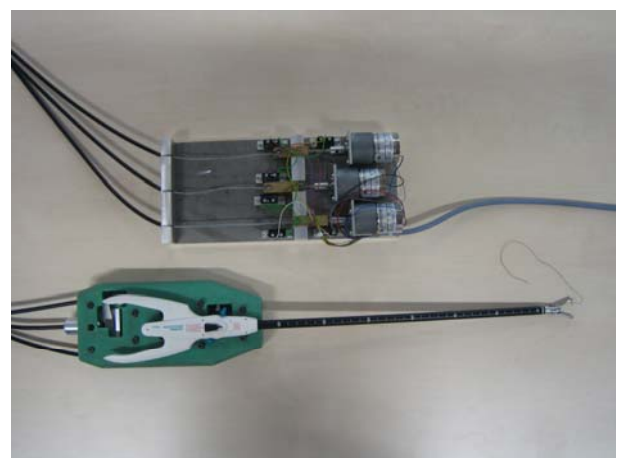


Abbildung 2: Das Nähinstrument „Endostitch“ wird beim ersten Prototyp mit externen Motoren über Bowdenzüge angesteuert.

Die Motoren sind über Bowdenzüge mit einer Mechanik verbunden, in die das Instrument unmodifiziert eingebettet wird. Kräfte, die an der Zange entstehen, können nicht direkt gemessen werden.

Beim zweiten Prototyp ersetzt den Griff des Endostitch eine Mechanik. An ihr sind Elektromotoren und Piezokeramikmotoren angebracht, die für die Zangenöffnung und den Wechsel der Nadel zwischen den Backen eingesetzt werden. Der zweite Prototyp verfügt über eine kleiner dimensionierte Antriebseinheit gegenüber dem Ersten, da die Motoren nicht die Reibkräfte in den Bowdenzügen, sondern nur die in der Stange des Instruments erzeugten überwinden müssen. Die Keramikmotoren beeinflussen aufgrund ihrer Größe und Materialeigenschaften die intraoperative Bildgebung weniger als vergleichbare Elektromotor-Spindelkombinationen. Die Ströme in den Zuleitungen erzeugen Magnetfelder. Ein Kraftsensor befindet sich im Griff des Instruments. Er misst daher eine Überlagerung der Zangen-/Gewebeinteraktionskräfte und der im Instrument auftretenden Reibkräfte.

## ERGEBNISSE

Im Einsatz am Versuchsstand zeigt sich beim ersten Prototyp, dass die Mechanik fehleranfällig ist. Die Hebel am Instrument verkanten regelmäßig und sind nicht automatisch wieder in den Ausgangszustand überführbar. Zudem wird ein kleinerer Entwurf angestrebt. Die Piezokeramikmotoren des zweiten Prototyps erweisen sich im Experiment unter der geforderten Belastung als nicht robust genug. Sie überstehen die immer wiederkehrende Belastung des Schaltens nicht und lösen sich auf.

Der dritte Prototyp verzichtet daher auf den Einsatz der für die Bildgebung vorteilhaften Keramikmotoren. Der Griff des Endostitch wird ersetzt durch eine Mechanik, an der zwei Elektromotoren angebracht sind.

## DISKUSSION

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie ein kommerzielles laparoskopisches Operationsinstrument mit Motoren erweitert wird, um einen Nadelstich „auf Knopfdruck“ zu ermöglichen. Die elektromechanische Umsetzung wird bei jedem Entwicklungsschritt verkleinert. Im dritten Prototyp wird der Griff des ursprünglichen Gerätes durch einen Griff ersetzt, der eine Mechanik mit Elektromotoren enthält. Die Anforderung, die intraoperative Bildgebung nicht zu stören, wird nur vom ersten Prototypen erfüllt, da seine Motoren sich nicht im Griff befinden. Stabiler Einsatz und eine kleine Bauform erfordern jedoch, dass die Motoren im Griff untergebracht werden. Piezokeramikmotoren bieten sich an, da sie im Gegensatz zu Elektromotoren keine magnetischen Felder im Betrieb erzeugen. Momentan

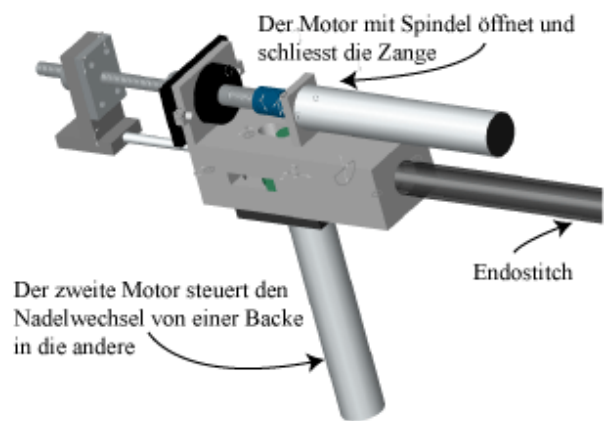


Abbildung 3: Zwei Elektromotoren sind am Griff des dritten Prototyps angebracht.

sind jedoch keine Piezokeramikmotoren im erforderlichen Leistungsbereich erhältlich.

Um die intraoperative Röntgenbildgebung nicht zu stören, sollen die Elektromotoren des dritten Prototyps im nächsten Entwicklungsschritt durch Hydraulikzylinder ersetzt werden. Der dritte Prototyp ermöglicht Bedienung des Endostitch über Knöpfe, die im aktuierten Griff enthalten sind.

## LITERATURHINWEISE

[Nakamura2001]

R. Nakamura et alii: "Multi-DOF Forceps Manipulator System for Laparoscopic Surgery - Mechanism miniaturized & Evaluation of New Interface", *Proc. of 4<sup>th</sup> International Conference on Medical Image Computing and Computer assisted Interventions (MICCAI2001)*, Utrecht, Niederlande, 2001, pp. 606-613

[Nguyen2000]

N.T. Nguyen et alii: "Laparoscopic Suturing Evaluation among Surgical Residents", *Journal of Surgical Research* 93, 133-136 (2000)

[Ortmaier2002]

T. Ortmaier, H. Weiß, G. Hirzinger: „A new Robot for Minimally-Invasive Surgery“, *Technical Report, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt* (2002)

[Szarmach2004]

R.R. Szarmach et alii: "An Endomechanical Product Evaluation and Selection Program by a Healthcare Resource Management Group Purchasing Organization", *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants* 14(4) 261-284 (2004)

[Tholey2004]

G. Tholey et alii: "On-site three dimensional force sensing capability in a laparoscopic grasper", *Industrial Robot* 31(6) 509-518 (2004)