

**4. Workshop  
Automatisierungstechnische  
Verfahren für die Medizin vom  
26. bis 27. März 2003 in  
Karlsruhe**



**„Vergleich der Präzision manueller und automatischer  
Nadeleinstiche“**

M. Mark  
Institut für Medizintechnik und Biophysik, Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe,  
Deutschland  
E-Mail: martin.mark@imb.fzk.de

B. Gutmann  
INNOMEDIC Gesellschaft für innovative Medizintechnik und Informatik mbR, Herxheim,  
Deutschland

Copyright: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH  
Band: AUTOMED 2003 - 4 . Workshop "Automatisierungstechnische Methoden  
und Systeme für die Medizin"  
Editors: U. Voges, G. Bretthauer  
ISSN: 0947-8620  
Pages: 30-31

# Vergleich der Präzision manueller und automatischer Nadeleinstiche

M. Mark<sup>1</sup>, B. Gutmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Medizintechnik und Biophysik  
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

<sup>2</sup>Innomedic GmbH, Luitpoldstr. 59, 76863 Herxheim

[martin.mark@imb.fzk.de](mailto:martin.mark@imb.fzk.de)

## EINLEITUNG

Im Rahmen des MIRA-Projektes wird zur Durchführung einer Periradikulären Therapie ein Manipulator konstruiert, mit dem die Möglichkeit gegeben sein soll, während der Bildgebung durch einen Magnetresonanztomographen zu operieren. (s. Abb. 1)

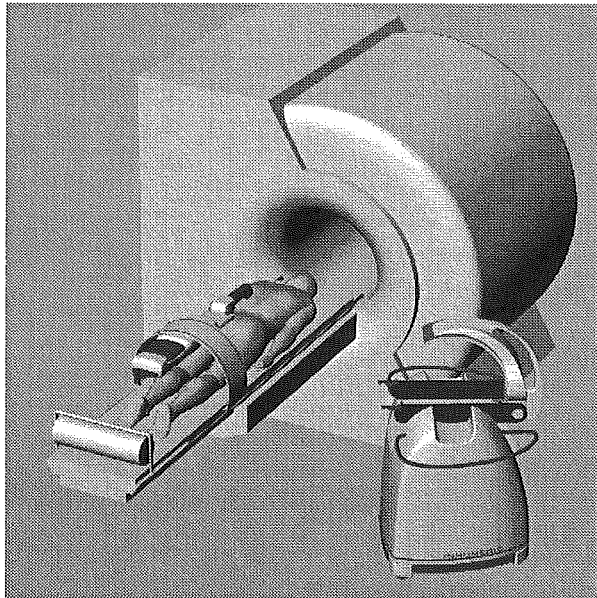


Abb. 1: MIRA – Manipulator für die Interventionelle Radiologie (Designstudie)

Um eine Aussage über die Positioniergenauigkeit des Roboters machen zu können, wurden u.a. Einstichversuche mit dem pneumatisch angetriebenen Nadelvorschub (Kanülenapplikationsmodul, AMO) und manuell durchgeführt. (s. Abb. 2)

Zielsetzung der Einstichversuche:

- Messung der Zielgenauigkeit bei automatischem und manuellem Einstich
- Messung der Zielgenauigkeit mit Kanülen unterschiedlicher Vorbiegung
- Messung der Zielgenauigkeit bei unterschiedlicher Schliffrichtung (asymmetrischer Schliff)
- Messung der Zielgenauigkeit mit symmetrischem Kanülenschliff

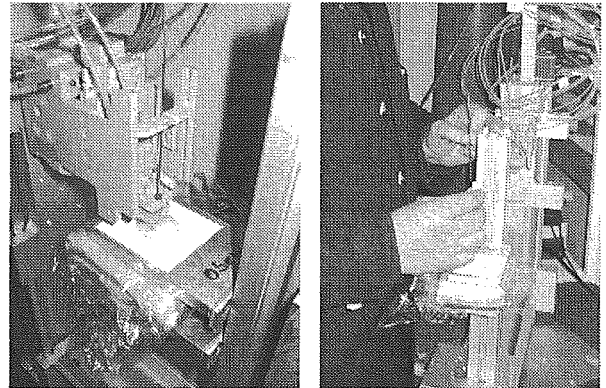


Abb. 2: Einstichversuche mit AMO (links) und „von Hand“ (rechts)

## METHODEN

Die Einstichversuche wurden so durchgeführt, indem die Kanülen nach jeweils 3 Einstichen 90° um die Kanülenlängsachse gedreht wurden. So konnte eine evtl. Abhängigkeit der Zielabweichung von der Schliffrichtung verifiziert werden. Die vier Schliffrichtungen wurden mit „-Y, -X, Y und X“ bezeichnet. Die Einstiche erfolgten in Schaumstoff und Fleisch (Schweinebauch) bzw. ohne Medium (d.h. durch Luft). Die Einstichversuche mit dem Applikationsmodul erfolgten mit Edelstahlkanülen mit verschiedenen Anschliffen: Löffelschliff (Ø 1,1 mm, Länge 150 mm) und Pencil-Point (Ø 0,9 mm, Länge 90 mm) (s. Abb. 3).

Für die Auswertung der Versuche wurde ein Probenhalter, der aus einer senkrechten Säule mit zwei in einem Abstand von 40 mm übereinander liegenden waagerechten Platten bestand, verwendet. Beide Platten enthielten je eine Bohrung (Ø 50 mm), die mit mm-Papier überdeckt wurde.

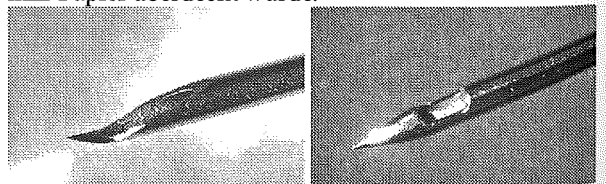


Abb. 3: Löffelschliff (links) und Pencil-Point (rechts)

Die Einstichversuche „von Hand“ wurden durch einen Radiologen und einen technischen Angestellten durchgeführt. Verwendet wurden Kanülen mit Löffelschliff ( $\varnothing$  1,1 mm, Länge 150 mm), die je dreimal in die vier Schliffrichtungen „-Y, -X, Y und X“ eingestochen wurden. Die Einstiche erfolgten in Schaumstoff und Fleisch bzw. ohne Medium (d.h. durch Luft).

Für die Versuche musste eine Kanüle möglichst senkrecht durch das obere Paper gestochen und zum unteren Papier geführt werden, wobei das Medium zwischen den Papieren lag. Die Abweichung der Kanüle konnte dann an Hand der Durchstoßpunkte ermittelt werden.

## ERGEBNISSE

Tab. 1: Vergleich AMO / HAND

Betrag [mm]		AMO	HAND
Ohne Medium	Mittelw.	0,6	1,4
	Maxw.	1,4	2,7
Schaumstoff	Mittelw.	0,6	1,8
	Maxw.	1,3	3,6
Fleisch	Mittelw.	0,7	1,6
	Maxw.	2,5	3,0
Gesamt*	Mittelw.	0,6	1,6
	Stabw.	0,4	0,7
	Maxw.	2,5	3,6

\* Mittelung und Standardabweichung der Gesamtdaten

Tab. 2: Vergleich der Kanülenvorbiegung Q1, Q3, Q4\*

Betrag [mm]		AMO		
		Q1-	Q3-	Q4-
Ohne Medium	Mittelw.	0,6	0,6	0,6
	Maxw.	1,4	1,2	1,2
Schaumstoff	Mittelw.	0,8	0,6	0,6
	Maxw.	1,2	1,3	1,2
Fleisch	Mittelw.	0,6	0,8	0,7
	Maxw.	1,2	1,5	2,5

\* Vorbiegung auf 150 mm Länge: Q1 = 0 – 20  $\mu$ m;  
Q3 = 40 – 60  $\mu$ m; Q4 = 60 – 80  $\mu$ m

Tab. 3: Vergleich der Schliffrichtungen: -Y, -X, Y, X

Koordinaten / Betrag [mm]	-Y			-X		
	ax	ay	a	ax	ay	a
Mittelw.	0,5	-0,6	0,8	0,1	-0,1	0,4
Stabw.	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3
Maxw.	1,2	0,2	1,5	0,9	0,8	1,2
	Y			X		
Mittelw.	0,4	0,2	0,6	0,6	-0,1	0,7
Stabw.	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Maxw.	2,2	1,2	2,5	1,4	0,5	1,5
Gesamt (-Y,-X,Y,X)* (Mittelwert)				ax	ay	a
				0,4	-0,1	0,6

\* Mittelung der Gesamtdaten

Tab. 4: Vergleich der Schliffsymmetrie/ -Asymmetrie

Koordinaten / Betrag [mm]	-Y			-X		
	ax	ay	a	ax	ay	a
Mittelw.	0,2	0,6	0,8	-0,1	0,4	0,7
Stabw.	0,5	0,3	0,3	0,4	0,6	0,3
Maxw.	1,0	1,0	1,3	0,5	1,2	1,2
Mindw.	-0,8	-0,1		-1,0	-0,7	
	Y			X		
Mittelw.	-0,1	0,3	0,5	0,0	0,5	0,6
Stabw.	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
Maxw.	0,7	0,9	1,0	0,6	1,0	1,1
Mindw.	-0,8	-0,3		-0,6	-0,1	
Gesamt -Y,-X,Y,X (Mittelwert)				ax	ay	a
				0,0	0,4	0,7

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Vergleich AMO / HAND:

Bei Verwendung des Applikationsmoduls liegt die Zielgenauigkeit um fast Faktor 3 besser als bei Einstichen mit der Hand (s. Tab. 1).

Vergleich der Kanülenvorbiegung Q1, Q3, Q4:

Die Krümmung der Kanüle beeinflusst nur bei Einstichen in Fleisch geringfügig das Messergebnis.

Der hohe Maximalwert von Q4 lässt sich auf einen bei der entsprechenden Messung ungünstigen Faserverlauf zurückführen (s. Tab. 2).

Vergleich der Schliffrichtungen: -Y, -X, Y, X (AMO):

Die Koordinaten des Gesamtergebnisses zeigen einen systematischen Fehler im Applikationsmodul an. Die Nadelführung weist gegenüber der Vertikalen einen Fehler von  $0,6^\circ$  auf. Dies liegt im Rahmen der für den Manipulator geforderten Orientierungsgenauigkeit von  $\pm 1^\circ$ . Aufgrund dieser geringen Abweichung wurde auf eine Korrektur der Messwerte um diesen systematischen Fehler verzichtet.

Die meisten Einstichabweichungen sind von der Schliffrichtung der Kanülen abhängig. Die Kanülen lassen sich daher auch nicht mit dem Löffelschliff vollkommen gerade führen (s. Tab. 3).

Vergleich der Kanülenschliffe – Symmetrie/ Asymmetrie:

Bei symmetrischen Kanülenschliffen gibt es keine Abweichung in Richtung der Kanülenöffnung (s. Tab. 4).