

# Nähmaschine für das Herz

Der Bedarf an leistungsfähigen chirurgischen Werkzeugen für Training, Planung und die intraoperative Unterstützung steigt stark. Solche Systeme sind entscheidend für die Weiterentwicklung neuer chirurgischer Techniken und für minimal-invasive Eingriffsverfahren.

Bislang wird das Potenzial von Informationstechnologie, medizinischer Bildverarbeitung und intelligenter Instrumentierung für computergestützte medizinische Interventionen nur teilweise genutzt. Diese Systeme tragen zu einer deutlich besseren Verträglichkeit während operativer Eingriffe und zu einer erhöhten Lebensqualität der Patienten nach Eingriffen bei. Ein Beispiel für solche Systeme ist die neuartige «Nähmaschine» für Herzoperationen. Das Projekt «Robotics in Cardiovascular Surgery» ist Teil des NCCR Computer Aided and Image Guided Intervention (Co-Me).

## Hilfe bei Arteriosklerose

Arteriosklerose ist die weitaus häufigste krankhafte Veränderung der Arterien, bei der eine chronische Verengung der Ge-

fässe, die so genannte Stenose, auftritt. Betrifft diese Verengung die Herzkranzgefässe, kommt es zu einer Unterversorgung des Herzmuskels, so dass ein Teil des Herzmuskels abstirbt und zum Herzinfarkt führt. Ab einem gewissen Grad der Arteriosklerose ist die notwendige Versorgung des Herzmuskels nur noch mit Hilfe einer Bypassoperation wieder herzustellen. Dies bedeutet für den Patienten einen massiven chirurgischen Eingriff. Da vor allem ältere Menschen von dieser Krankheit betroffen sind, ist es wichtig, die Operation möglichst minimal-invasiv und gefässschonend durchzuführen, um das Risiko dieses schweren Eingriffes einzudämmen. Andererseits sollen Heilungsdauer und Krankenhausaufenthalt verkürzt werden. Zurzeit erfolgen Bypassoperati-

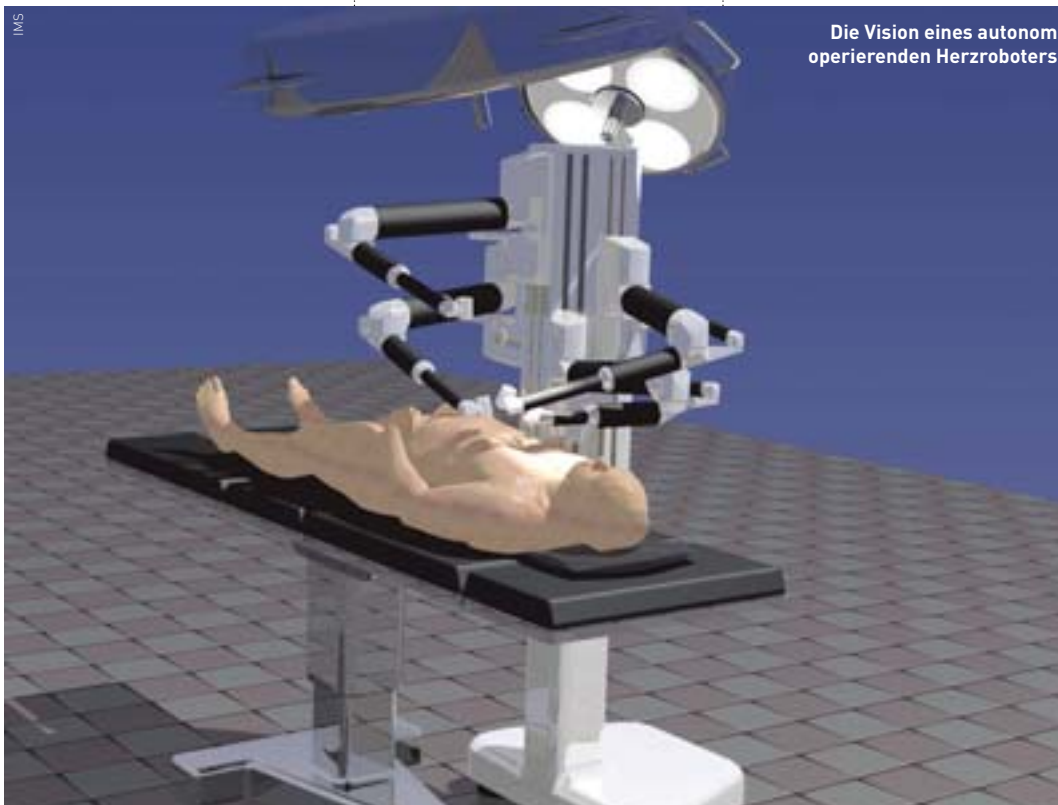
onen häufig noch mit der klassischen medianen Sternotomie (Längstrennung des Brustbeins). Um die Operationszeit zu verkürzen und die Qualität zu verbessern, wird im Rahmen des Co-Me-Projekts «Robotics in Cardiovascular Surgery», in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und dem Universitätsspital Zürich ein neuartiges Werkzeug entwickelt, welches man laienhaft als «Nähmaschine» für das Herz bezeichnen könnte. Dieses Werkzeug legt den Grundstein für die weitere Entwicklung der minimal-invasiven Bypassoperation. Das gesamte Engineering zum Aufbau eines neuartigen Systems zur Durchführung automatisierter Bypassoperationen liegt im Aufgaben- und Verantwortungsbereich des Instituts für Mechatronische Systeme, IMS, der Zürcher Hochschule Winterthur.

## Vision eines Robotersystems

Als das Projekt im Jahre 2001 gestartet wurde, hatte man die Ziele hoch gesteckt. Ein Roboter sollte minimal-invasiv die Bypass-Operation durchführen. Das zugrunde liegende System wurde untersucht, und es wurden verschiedene Konzepte entwickelt. Ergebnis der Voruntersuchungen war die Vision eines Robotersystems, das eine Bypassoperation mit minimaler Unterstützung des Chirurgen selbstständig ausführen sollte. Schnell wurde erkennbar, dass dieses visionäre Ziel noch weit entfernt war und sich der Fokus zuerst auf den Schlüsselvorgang – den Nähprozess – konzentrieren muss. Die Herausforderung der kommenden Jahre bestand nun darin, die Brustarterie relativ zur Koronararterie Innenwand an Innenwand zu positionieren und mit einer Endlosnaht zu verschliessen. Der minimal-invasive Gedanke musste vorerst zurückstehen. Zunächst sollte dem Chirurgen der Nähprozess abgenommen und der medizinische Eingriff deutlich verkürzt werden.

## Endlosnaht mit Helixnadel

Ein wichtiger Punkt war und ist – obwohl andere Lösungen mit metallischen Clips existieren – die Verwendung einer konventionellen Endlosnaht mit einem Faden – die unter Chirurginnen und Chirurgen anerkannteste Methode (Gold Standard). Die ersten entwickelten Generationen von Prototypen besaßen je zwei gerade Nadelspitzen zur Fixierung der Arterien und einen Schnappmechanismus, weshalb das Tool fortan den Namen Cobra trug. Inzwischen wurde der Mechanismus so weiter entwickelt, dass der äusserst schwierige Prozess der Fixierung durch ausfahrbare Haken aus gewebeverträglichem (biokompatiblen) superelastischem Material durch wenige, einfache Handgriffe sehr schnell und zuverlässig durchführbar ist. Die besondere Materialeigenschaft der Superelastizität, die unter anderem von unzerstörbaren Brillengestellen bekannt ist, spielt eine grosse Rolle. Die



Die Vision eines autonom operierenden Herzroboters

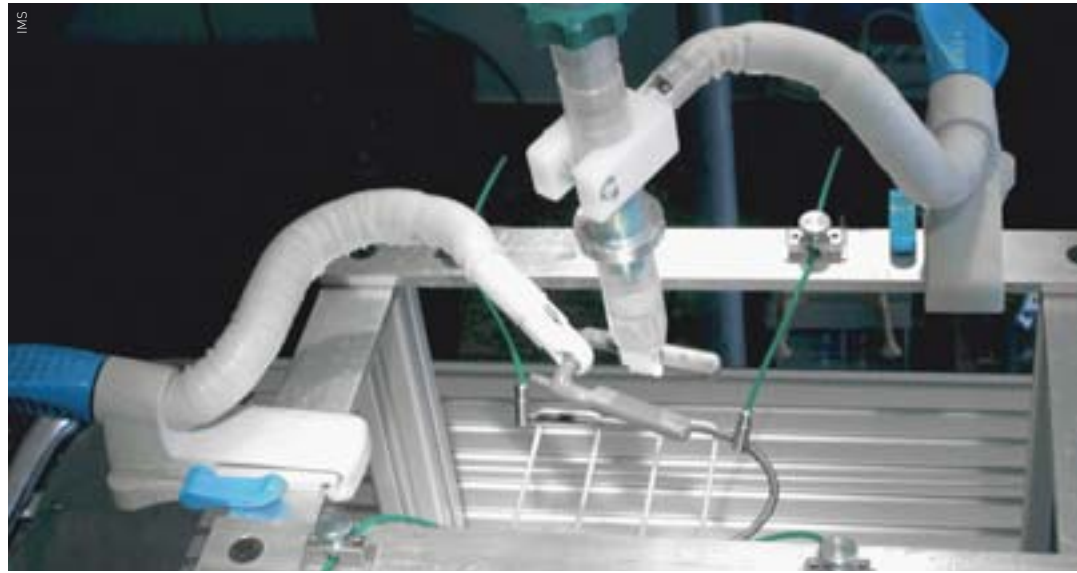
zur Fixierung benötigten Haken fahren erst aus ihrer geraden Führungshülse aus, wenn sie gebraucht werden und biegen sich dann von selbst in die vorgebogene runde Hakenform. Dieser Vorgang ist aufgrund der Superelastizität beliebig oft durchführbar und wird als Memoryeffekt des Werkstoffes bezeichnet. Die Endlosnaht wird heute mit Hilfe einer am Institut für Mechatronische Systeme entwickelten und patentierten Helixnadel vollzogen. Die 0,3 mm dünne Helixnadel weist zur Führung des chirurgischen Fadens an der Aussen-seite eine 0,08 mm breite und 0,08 mm tiefe Kerbe auf. Zur Erprobung, Entwicklung und Optimierung des Instrumentes werden zunächst Versuche an explantierten Schweineherzen und Brustarterien durchgeführt, Abbildung 5 zeigt den aufgebauten Teststand im Biomechaniklabor der ZHW.

### Netzwerk Co-Me

Mit Co-Me besteht ein Netzwerk von 30 führenden Kliniken und technischen Standorten in der Schweiz, das stark mit der Industrie und internationalen Partnern verbunden ist. In Zusammenarbeit mit der ETH Zürich und dem Universitätsspital Zürich leitet das Institut für Mechatronische Systeme IMS das Projekt 13 «Cardiac Robotics». Die Mitglieder des Co-Me-Netzwerkes entwickeln sowohl neue



Nach der relativen Positionierung der Brustarterie zur Koronararterie wird die vorbereitete Helixnadel durchgedreht, um die Endlosnaht zu erzeugen.



Laborteststand für Versuche am explantierten Herzen: Wenn alle zehn Laborversuche am explantierten Herzen erfolgreich abgeschlossen sind, werden in den kommenden Monaten unter strenger Aufsicht der Ethik-Kommission Tierversuche stattfinden.

Grundlagen als auch anwendungsorientierte Technologien und Verfahren für die Diagnose, Planung und für therapeutische Eingriffe. Schwerpunkte der Forschung und Entwicklung liegen dabei in den Bereichen biomedizinische Simulation, intraoperative Navigation, Instrumententierung für minimal-invasive Eingriffsverfahren und computergestützte klinische Anwendungen.

Innerhalb der insgesamt 13 Co-Me-Forschungsprojekte wird besonderer Wert auf die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Ingenieuren und Ärzten gelegt. Basierend auf der Expertise

der Mediziner und der Unterstützung von industriellen Partnern entwickeln Ingenieure aus Hochschulen und Fachhochschulen neue, leistungsfähige Werkzeuge. Patienten, Ärzte, medizinische Einrichtungen und Krankenversicherungen profitieren dadurch von optimierten chirurgischen Planungsinstrumenten, einem verbessertem

Training für Chirurgen, verbesserter Genauigkeit und Handhabung während medizinischer Interventionen, geringerer Invasivität und nicht zuletzt von geringeren Kosten. ☞

Prof. Dr.-Ing.  
Hans Wernher van de Venn  
Dipl. Ing. Sven Zwicker  
Dipl. Ing. Stefan Dolder

### zudem

#### Zukunftstechnologie für intelligente Systeme

Ziel der Zukunftstechnologie Mechatronik ist die effiziente Integration mechanischer, elektronischer und informationsverarbeitender Komponenten zu einem intelligenten Gesamtsystem. Sowohl in traditionellen Industriebereichen wie Maschinen-, Anlagen und Fahrzeugbau als auch in Medizintechnik, Biotechnologie und Life Science wird das Potenzial mechatronischer Systemlösungen zunehmend erkannt und genutzt.

Das Institut für Mechatronische Systeme, IMS, bietet im Bereich intelligenter mechatronischer Systeme anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsleistungen an. Schwerpunkte bilden dabei die Bereiche intelligente, adaptive Systeme für industrielle Produktion und Service und mechatronische Systeme für die Medizintechnik.

Eine wesentliche Herausforderung besteht in der frühzeitigen Berücksichtigung konkurrierender Forderungen wie Miniaturisierung, Servicefreundlichkeit, Herstellbarkeit, Kostenoptimierung und Steigerung der Zuverlässigkeit. Am IMS beginnt die mechatronische Integration bereits in der Konzeptphase und führt während der Entwicklung zu innovativen Produkten und Prozessen. Bei der Zusammenarbeit mit dem IMS profitieren Industrieunternehmen in erster Linie von der umfassenden technologischen Systemkompetenz aber auch von dem breit gefächerten regionalen, nationalen und internationalen Netzwerk aus Unternehmens- und Forschungspartnern.

Informationen: Prof. Dr. Hans Wernher van de Venn, [www.ims.zhwin.ch](http://www.ims.zhwin.ch)