



Operationstechniken aus dem Weltall
Marionetten der Medizin

BÄMI

15.-17. April 2010
Goslar (S. 63)

conhIT

20.-22. April 2010
Berlin (S. 18, 25, 64)

Woche der Pathologie

27.-30. Mai 2010
Berlin (S. 40 und 64)

MedTech Pharma

30. Juni-1. Juli 2010
Nürnberg (S. 39 und 63)

Marionetten der Politik?

von Georg Hoffmann

Der 26. Januar 2010 markierte das Ende einer denkwürdigen Operation im All: Die NASA gab ihren Mars-Roboter *Spirit* auf, weil er in einem Sandloch festsaß und sich nicht mehr befreien ließ. Warum ist dies in einem medizinischen Magazin berichtenswert? Weil *Spirit* wie ein Operationsroboter in der Telechirurgie ferngesteuert wurde.

Die Herausforderungen sind ähnlich, denn entscheidend ist nicht der Entfernungunterschied von über 100 Millionen Kilometern im All und meist nur wenigen Metern im OP, sondern das Faktum der Telepräsenz an sich: Der Operateur befindet sich in beiden Fällen an einem bestimmten Ort und arbeitet an einem anderen. Das ist der Grund, warum ausgerechnet ein Weltraumforscher, Prof. Gerd Hirzinger vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen, einen telechirurgischen Roboter für den Einsatz auf der Erde entwickelt.



Prof. Dr.-Ing. Gerd Hirzinger, Leiter des Instituts für Robotik und Mechatronik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Oberpfaffenhofen bei München.

Mit seinem Entwicklungsteam um Dipl.-Ing. Ulrich Hagn ist er international berühmt geworden, nicht zuletzt deshalb, weil sich nach anfänglicher Euphorie weltweit mittlerweile nur noch zwei konkurrierende Roboter „im Rennen“ befinden, der amerikanische *da Vinci* und das deutsche *MiroSurge*-System des DLR. Aber die beiden Entwicklerteams kämpfen mit unterschiedlich langen Speeren, denn in Deutschland wurde die Förderung für diese Spitzentechnologie von einem Tag auf den anderen gestoppt.

Unsere Titelgeschichte beschreibt Operationsroboter als Marionetten der Medizin. Da stellt sich natürlich die Frage: Sind Ihre Entwickler womöglich Marionetten der Politik? Lesen Sie dazu den Beitrag von Prof. Hirzinger über die *MiroSurge*-Erfolgsgeschichte und eine unverständliche politische Entscheidung (siehe Seite 16-17).



Operationstechniken aus dem Weltall

Marionetten der Medizin

Telechirurgische Roboter arbeiten ferngesteuert wie Marionetten in der Hand des Arztes. Sie operieren mit maximaler Präzision und minimaler Belastung für den Patienten. Künftig sollen sie sogar Eingriffe am schlagenden Herzen ermöglichen.

Im Jahr 2001 geschah Unglaubliches: Die Patientin lag in einer Klinik der Pasteur-Universität in Straßburg auf dem OP-Tisch, der Chirurg Prof. Jacques Marescaux saß im Mount Sinai Medical Center in New York am Bildschirm. Nach 54 Minuten war die Gallenblase der 68-jährigen Frau entfernt und die erste transatlantische Operation am Menschen war gelungen.

Ermöglicht wurde das medienwirksame Spektakel durch die Zusammenarbeit der kalifornischen Firma Computer Motion, die den Operationsroboter Zeus entwickelt hatte, und der France Telecom, die für die Bildübertragung mittels Glasfaserkabel eine Kapazität von zehn Megabits pro Sekunde bereitstellte. Dank der geringen Zeitverzögerung von nur 130 Millisekunden konnte Marescaux fast in Echtzeit operieren.

Der Grundstein der Telechirurgie wurde allerdings bereits zehn Jahre zuvor von deutschen Weltraumforschern gelegt, die bei der Robotersteuerung ganz andere Distanzen zu überwinden hatten. Damals benötigten die Signale von der DLR-Zentrale in Oberpfaffenhofen bis zur internationalen Raumfähre ISS noch volle sieben Sekun-

den und trieben die Wissenschaftler fast zur Verzweiflung. Wer schon einmal versucht hat, unter der Dusche mit zwei Wasserhähnen die Temperatur einzustellen, kennt die Problematik der Verzögerung zwischen Aktion und Reaktion. Doch die Not machte erfinderisch: Da die Bewegungen des Roboters vorhersehbar waren, konnte man die Zukunft auf dem Bildschirm simulieren und so die Roboter in einer virtuellen Realität sehr exakt steuern.

Ähnliches geschieht bei Teleoperationen in der Medizin, auch wenn hier das Zeitverzögerungsproblem eine untergeordnete Rolle spielt. Allein durch die Unzugänglichkeit und Uneinsehbarkeit des Operationsfelds ist bei der minimal invasiven Chirurgie der ständige Abgleich zwischen der „echten“ Realität im Patienten und der virtuellen Realität auf dem Bildschirm unverzichtbar.

Auch in den USA lagen die Anfänge der Telechirurgie in der Weltraumforschung. Mitarbeiter der NASA entwickelten ein Robotersystem, das nun unter dem Namen *da Vinci* den Markt erobert. Anders als hierzulande interessierte sich jenseits des Atlantiks bald das Militär für fernge-



gesteuerte Operationsroboter: Man wollte verwundete Soldaten über eine gewisse Distanz hinweg operieren können, um die Ärzte nicht zu gefährden. Diese Argumentation wurde zwar später als unrealistisch wieder aufgegeben, doch dank finanzieller Förderung – auch aus dem US-Verteidigungsministerium – ging die Entwicklung der Telechirurgie für zivile Zwecke ständig weiter. Auf den folgenden Seiten sind technologische Details und historische Hintergründe der Erfolgsgeschichte nachzulesen. Hier sei nur das Ende vorweg genommen: Der amerikanische da Vinci hat alle Konkurrenzsysteme hinter sich gelassen, und die deutsche Entwicklung MiroSurge ist ihm technologisch hart auf den Fersen (s.S. 14). International sind derzeit weit über 1.000 da Vinci Systeme im Einsatz, davon 33 in Deutschland. Im Jahr 2009 wurden weltweit über 200.000 Eingriffe durchgeführt und Fachleute gehen von einem erheblichen Wachstumspotenzial aus.

Genau genommen sind da Vinci und MiroSurge keine richtigen Roboter, sondern ferngesteuerte „Hightech-Marionettenpuppen“: Ein Chirurg legt jede Aktion exakt fest. Er sitzt einige Meter vom Operationstisch entfernt an einer Kontrollkonsole und steuert von dort aus alle Bewegungen der Instrumente im Operationsgebiet. Der Patient liegt dabei auf einem Operationstisch im selben Raum. Die „Arme“ des Roboters

befinden sich auf einem fahrbaren Stativ neben diesem Tisch, einer für eine dreidimensionale Endoskopkamera und zwei, die mit auswechselbaren Spezialinstrumenten wie zum Beispiel Greifhand oder Skalpell versehen werden.

Die Steuerung der Instrumente geschieht durch spezielle Griffe (Telemanipulatoren), die die Handbewegungen über eine wählbare Skalierung zitterfrei auf die Instrumente übertragen. Die Robotergelenke mit insgesamt sieben Freiheitsgraden sind der menschlichen Hand in punkto Beweglichkeit überlegen. Beim da Vinci sieht der Chirurg ein vergrößertes dreidimensionales Bild des Operationsfeldes in einem Stereo-Bildbetrachter, während sein Kopf zwischen zwei Kopfsensoren ruht, beim MiroSurge wird die räumliche Darstellung wesentlich eleganter mit einem 3D-Bildschirm realisiert (Abb. S. 16). Die in der Anzeige sichtbaren Instrumente sind genau auf die Manipulatoren abgestimmt, um eine natürliche Bewegung der Instrumente sicherzustellen. Auf diese Weise bleibt die Hand-Auge-Koordination wie

bei einer offenen Operation für den Operateur erhalten. Unterstützt wird der Chirurg durch eine am Operationstisch stehende Schwester und einen Assistenten, die auf Anweisung des Operateurs die Instrumente an den Roboterarmen wechseln.

Ein solches Robotik-System bietet dem Operateur Zugang durch kleine Öffnungen im Körper des Patienten, ohne die Bewegungsfreiheit offener chirurgischer Eingriffe aufzugeben. Die Skalierung sorgt dafür, dass Handbewegungen auf entsprechend geringere Bewegungen der Instrumentenspitze im Operationsgebiet reduziert werden. Jede Bewegung kann auch gefilmt werden.

Von der Öffentlichkeit besonders stark beachtet werden derzeit minimal-invasive Eingriffe am Herzen, da sie helfen könnten, Herz-Lungen-Maschine zu operieren. Das Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf gehört zu den Pionieren auf diesem Gebiet. Im Kasten finden Sie einen Kurzbericht über den aktuellen Stand der Technik und die viel versprechende Weiterentwicklung auf Basis des MiroSurge Systems. 🌸

cbt, gh

Ein entscheidender Fortschritt in der Kardiochirurgie

Seit 1998 hält das da Vinci System weltweit in immer mehr Operationssälen Einzug. Im Herzzentrum des Universitätsklinikums Hamburg-Eppendorf (UKE) führen Kardiochirurgen damit seit 2001 zum Beispiel Bypassoperationen durch oder reparieren Herzklappen.

Da das Herz ein bewegtes Organ ist, bedürfen minimal-invasive Operationen einer extrem hohen Präzision, die nur mit Hilfe der Chirurgierobotik zu gewährleisten ist. Die derzeitigen Limitationen des da Vinci Systems wurden – wie auf der nächsten Seite beschrieben – mit dem MiroSurge-Roboter erfolgreich beseitigt. Den Entwicklern des DLR Oberpfaffenhofen gelang es in enger Kooperation mit dem UKE und gefördert von der DFG, das schlagende Herz



am Monitor virtuell zu stabilisieren. Damit sind kardiochirurgische Operationen erstmals ohne induzierten Herzstillstand technisch möglich.

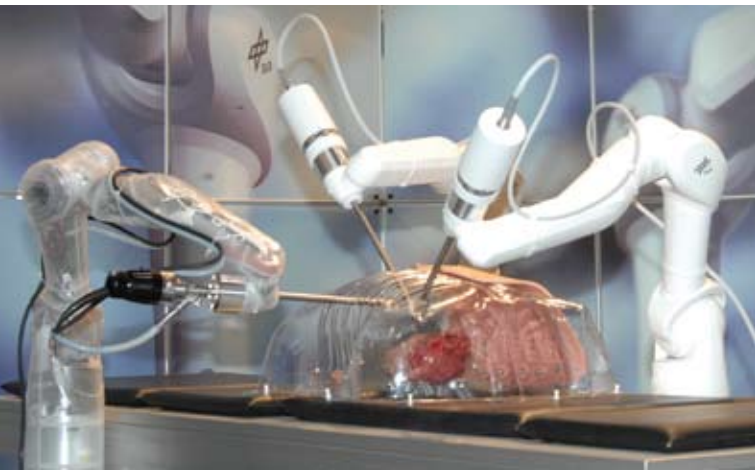
Desweiteren kann man Krafteinwirkungen beim da Vinci System nur visuell an Gewebsdeformationen oder am Verbiegen der Nadel erkennen. Die integrierte Krafrückkopplung des MiroSurge vermittelt dagegen ein Gefühl des Widerstands und bedeutet auch hier einen entscheidenden Fortschritt. Wir sehen deshalb der Einführung des neuen Systems mit großer Spannung entgegen.

*Priv.-Doz. Dr. Dr. D. Boehm
Prof. Dr. Dr. H. Reichenspurner
Universitäres Herzzentrum Hamburg GmbH*

Entwicklungsbericht DLR-MiroSurge

Roboter mit Feingefühl

Im Gegensatz zu anderen telechirurgischen Systemen erlaubt das MiroSurge-Robotersystem ein freies Arbeiten des Operateurs ohne nennenswerte Einschränkungen. Der Prototyp wird auf der Automatica vom 08.-11.06.2010 in München vorgestellt.



Prototyp eines ferngesteuerten Roboters bei einer Herzoperation: Die Instrumente werden wie bei der echten minimal invasiven OP-Technik durch kleine Öffnungen im Modell des Brustkorbs eingeführt. Der Chirurg steuert die zwei weißen Roboterarme mit beiden Händen über Manipulatoren von einer Konsole aus, der transparente Roboter im Vordergrund hält die miniaturisierte Kamera.

Der minimal invasiven Operationstechnik (MIC) wird zu Recht eine große Zukunft im 21. Jahrhundert prophezeit, doch momentan hat diese „Schlüssellochchirurgie“ noch viele Limitationen. Sie bedarf einer langen Lernphase, weil sie anstrengend und kompliziert ist: Der Chirurg muss oft stundenlang über einen Patienten gebeugt stehen und darf dabei das Videobild auf dem Monitor nicht aus den Augen lassen. Besonders schwierig ist es, den so genannten Chopstick-Effekt zu beherrschen: Wie beim Essen mit Stäbchen begrenzt nämlich der Einstichpunkt in der Körperhülle die Beweglichkeit der langen Instrumente, so dass einige Bewegungen in ihrer Richtung umgekehrt oder maßstäblich reduziert werden.

Dies führt dazu, dass der Operateur bisher oft unnatürlich ausladend hantieren musste, um höchst sensible Tätigkeiten wie Schneiden und Nähen im Körperinneren durchzuführen.

Mit einem modernen, Roboter-gestützten MIC-System wird es möglich, vergleichsweise entspannt an einem Operationspult zu sitzen und den Chopstick-Effekt zu kompensieren, so dass sich der Chirurg auf das eigentliche Operieren konzentrieren kann.

Das MiroSurge-Projekt wurde im Jahre 2006 am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen begonnen. Grundkomponente des am Institut für Robotik und Mechatronik entwickelten Systems ist der Medizinroboter MIRO, ein auf chirurgische Anwendungen zugeschnittener Roboterarm in Leichtbauweise. Aufgrund seines geringen Gewichts von zehn Kilogramm kann er von nur einer Person auf- und abgebaut werden. Der dem menschlichen Arm nachempfundene Aufbau mit sieben Gelenken erlaubt ein flexibles Positionieren im Operationsaal. Durch intelligente Sensorik folgt der Roboter feinfühlig den Vorgaben des OP-Personals, so dass eine Beschädigung

der OP-Ausrüstung oder Gefährdung des Patienten ausgeschlossen ist.

Die Anordnung der Roboterarme und -gelenke ist für eine Vielzahl von Anwendungen, insbesondere in der Kardio- und Viszeralchirurgie ausgelegt. Bewusst wurde eine einfache Schnittstelle für chirurgische Instrumente geschaffen, damit Drittanbieter den Roboterarm als Plattform für Eigenentwicklungen nutzen können.

Operieren mit Rückkopplung

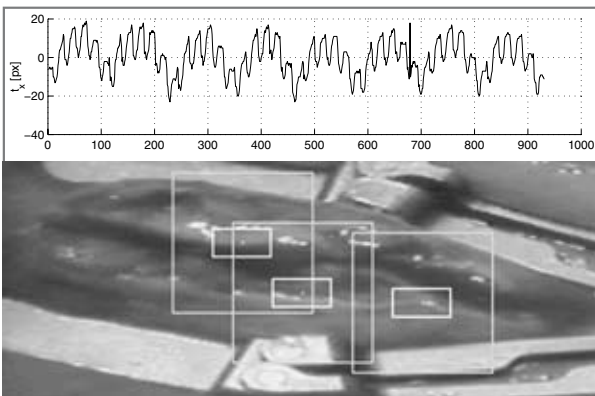
Im MiroSurge-System arbeiten drei MIRO-Arme zusammen, zwei übertragen die Kommandos der rechten und linken Hand des Chirurgen in den Patienten und übernehmen so das eigentliche Operieren, und der dritte führt die endoskopische Stereokamera. Die bereits verfügbaren Zangeninstrumente DLR-MICA bieten zwei zusätzliche Freiheitsgrade im Inneren des Patienten, besitzen Kraft- und Drehmomentsensoren und haben ihre eigene Antriebstechnik. Dadurch erhält der Operateur eine ähnlich große Beweglichkeit wie bei der offenen Chirurgie. Dank miniaturisierter Instrumente mit einem Durchmesser von nur zehn Millimetern wird der Patient deutlich weniger als bei offener Chirurgie traumatisiert.

Ein Alleinstellungsmerkmal des Systems sind die winzigen, sterilisierbaren Kraft- und Drehmomentsensoren, die die im Patienten auftretenden Manipulationskräfte realistisch erfassen. Bei Pinzetteninstrumenten wird zusätzlich auch die Greif-

kraft gemessen. Der Chirurg kann diese Kräfte beim Bedienen der Manipulatoren nach Wunsch entweder fühlen oder auch visuell erfassen. Haptische Handcontroller (Fa. Force Dimension) ermöglichen durch Krafrückkopplung ein buchstäblich „feinfühliges“ Arbeiten im Operationsgebiet. Alternativ können die auftretenden Kräfte als Augmented-Reality-Komponente in das Stereobild eingeblendet werden. Mit dieser Anordnung wird eine technisch einfachere Schnittstelle ohne haptische Krafrückkopplung erprobt: Der Chirurg führt nachgebildete Instrumente wie Pinzette oder Skalpell in der Hand, deren Bewegung von externen Kameras erfasst und auf die Instrumente im Körperinneren übertragen wird.

3D-Ansichten ohne Brille

Ein zentraler Punkt für das Gefühl des Chirurgen, direkt am Patienten zu arbeiten, ist die räumliche Darstellung des Operationsgebietes. Die Sicht aus dem Patienteninneren liefert ein Stereoendoskop, das eine 3D-Darstellung ermöglicht (Fa. Richard Wolf). Dabei kommen sowohl stereoskopische Displays mit den üblichen Polarisationsbrillen als auch neuartige 3D-Displays (Fa. SeeFront) zum Einsatz, für die keine zusätzliche Brille nötig ist. Die



Eine endoskopische Kamera erfasst die Bewegung der Herzoberfläche. In diesen Trajektorien überlagern sich die langsamen Atmungswellen mit dem schnelleren Herzschlag. Im unteren Bildteil sind die entsprechenden Landmarken zur Bewegungserfassung dargestellt.

Bilder der endoskopischen Stereokamera werden vom Monitor in Segmente geteilt und abwechselnd in das linke und rechte Auge des Betrachters gelenkt. Um die Bewegungsfreiheit des Operateurs auch in diesem Falle zu gewährleisten, entwickelt das DLR eine robuste Technologie, die die Kopf- und Augenbewegungen mit Kameras erfasst und den Abstrahlwinkel der gesendeten Bilder entsprechend anpasst. Damit kann der Chirurg ohne Zusatzbrille vor einem 3D-Display operieren.

Kompensation der Herzbewegung

Als Anwendung einer teilautonomen Roboterfunktion soll abschließend die Bewegungskompensation für Operationen am schlagenden Herzen vorgestellt werden. Der Einsatz der minimal invasiven Chirurgie erscheint hier aus zwei Gründen sinnvoll: Der Brustkorb des Patienten muss nicht eröffnet werden, und man kann auf den Einsatz einer Herz-Lungen-Maschine verzichten.

Die Bewegungskompensation erfolgt im MiroSurge-Szenario durch Verarbeitung des Bildstroms der endoskopischen Kamera. Mit computergestützter Bildverarbeitung werden ausgewählte Positionen auf der Herzoberfläche, sogenannte natürliche Landmarken, erkannt und in

Echtzeit verfolgt. Man erhält auf diese Weise detaillierte Informationen über Herzbewegung und Atmung. Die Bewegung der Landmarken liefert dem MiroSurge-System die Grundlage für die Präsentation eines ruhenden Bildes auf dem Monitor. So kann der Chirurg an einem virtuell stillstehenden Organ arbeiten und selbst feinste Tätigkeiten wie das Nähen einer Herzkranzarterie



Die MiroSurge-Eingabestation besteht aus 3D-Bildschirm und zwei haptischen Geräten.

durchführen. Die robotergeführten chirurgischen Instrumente werden entsprechend der Bildkorrektur dem bewegten Organ so nachgeführt, dass auch diese im dargestellten Bild ruhend erscheinen. Die Zuverlässigkeit der Bewegungskompensation kann durch zusätzliche, mit der Herzbewegung korrelierende Signale wie EKG und Beatmungsparameter erhöht werden.

Zur Demonstration der Bewegungskompensation wurde ein bewegtes Herzmodell aufgebaut, das die Simulation realer Szenarien ermöglicht. Dieses für Praxistests entwickelte MiroSurge-Szenario wird auf der Automatica einem großen Publikum vorgestellt (s.S. 65). In den nächsten Jahren soll die Entwicklung der MIRO-Arme mit all den Optimierungs-, Reglereinstellungs- und Sicherheitsaspekten sowie den anstehenden medizinischen Zulassungen abgeschlossen werden. Danach ist geplant, MiroSurge in ein OP-Gesamtsystem zu integrieren und marktreif zu machen – zum Nutzen von Ärzten und Patienten und im Interesse der Grundlagenforschung in Robotik und Mechatronik. 🌸



Dipl. Inf. Martin Gröger, martin.groeger@dlr.de

Dipl.-Ing. Ulrich Hagn, ulrich.hagn@dlr.de

DLR Oberpfaffenhofen

Minimal invasive Chirurgierobotik in Deutschland

Eine leidvolle Erfolgsgeschichte

In Deutschland entstand der erste Roboter für die Telechirurgie, hier wird auch das fortschrittlichste System – MiroSurge – entwickelt. Den Markterfolg jedoch erntet der da Vinci aus den USA.

Man hat weltweit schon früh erkannt, dass die manuelle minimal invasive Chirurgie (MIC) nur eine Zwischenlösung sein kann: Zwei lange Instrumente durch kleine chirurgische Zugänge im Körper herum zu bewegen, während man ständig auf einen Bildschirm schaut, ist nicht gerade intuitiv. Obendrein soll der Kameramann, der das Endoskop nachführt, immer konzentriert sein und nicht zittern, damit das Bild ruhig steht – das ist viel verlangt.

Deshalb befassten sich schon in den 80er Jahren des letzten Jahrhunderts die ersten Forschergruppen mit der Frage, wie man durch robotische Elemente die Situation

Umgebung (Weltraum), zu hoher Strahlenbelastung (Kernkraftbereich) oder aber wegen der Barriere der Körperhülle (MIC). So wird verständlich, warum die Wurzeln ferngesteuerter Roboter für die Chirurgie in der Weltraum- und Kernforschung liegen.

Ende der 80er Jahre begann in den USA eine Gruppe ehemaliger NASA-Mitarbeiter am Stanford Research Institute (SRI) mit der Entwicklung eines dreiarmligen Telechirurgiesystems, das von der um 1995 ausgegründeten Firma Intuitive Surgical später den Namen da Vinci bekam. In Deutschland war es vor allem das Forschungszentrum Karlsruhe, das nach

Chirurgie und Mechatronik entwickelte für deren AESOP-Roboter eine vollautomatische Laparoskopführung bei ansonsten weiterhin manueller Instrumentenführung. 1995 wurden damit am Münchner Klinikum rechts der Isar erstmals 30 abdominalchirurgische Eingriffe erfolgreich durchgeführt.

In den USA begann bald darauf ein Kampf um Patente zwischen Intuitive Surgical und Computer Motion. Deren System ZEUS erregte 2001 Aufsehen mit der Demonstration einer transatlantischen Gallenblasenoperation von New York nach Straßburg. Offiziere der US-Armee trugen in voller Uniform auf Robotik-Konferenzen ihre Visionen vom Schlachtfeld der Zukunft vor, auf dem verletzte Soldaten aus sicherer Entfernung operiert würden.

In Deutschland konnte man mit solchen Visionen wenig anfangen, wobei die Skeptiker allerdings übersahen, dass es kaum einen konzeptionellen Unterschied macht, ob der fernsteuernde Chirurg viele Kilometer oder nur wenige Meter vom Patienten entfernt sitzt. Probleme, die bei Hüftoperationen mit dem sog. RoboDoc aufgetreten waren, sorgten hierzulande zusätzlich für eine sehr zurückhaltende, um nicht zu sagen negative Stimmung gegenüber der Chirurgie-Robotik.

Dennoch wurde der dreiarmlige ZEUS Roboter, der mit einfach abwinkelbaren Instrumentenspitzen nur fünf Freiheitsgrade nachbilden konnte, auch in deutschen (Herz-)Kliniken angeschafft. Der Fa. Intuitive Surgical gelang es aber dann 2003, den einzigen Konkurrenten Computer Motion zu übernehmen und damit den



Das da Vinci System (links) befindet sich bereits im Einsatz, MiroSurge ist als Prototyp verfügbar. 3D-Bildschirm und ergonomische Telemanipulatoren erlauben hier ein entspannteres Arbeiten.

verbessern könnte. Insbesondere wollte man durch Fernsteuerung von Manipulatoren die Raumfreiheitsgrade der menschlichen Hand „intuitiv“ ins Körperinnere bringen, ohne den Patienten aufzuschneiden.

Was man dafür benötigt, ist wirklichkeitsnahe *Telepräsenz*: Man muss das realistische Gefühl haben, an einem Ort zu agieren, der in der Regel nicht zugänglich ist – sei es wegen zu großer Entfernung und unwirtlicher

dem Wegfall der Wiederaufbereitungsanlage Wackersdorf nach neuen Zielen für die Manipulatorfernsteuerung suchte. Und in der Tat entstand dort Anfang der 90er Jahre ARTEMIS, der vermutlich weltweit erste Demonstrator für die aus wenigen Metern ferngesteuerte Roboterchirurgie.

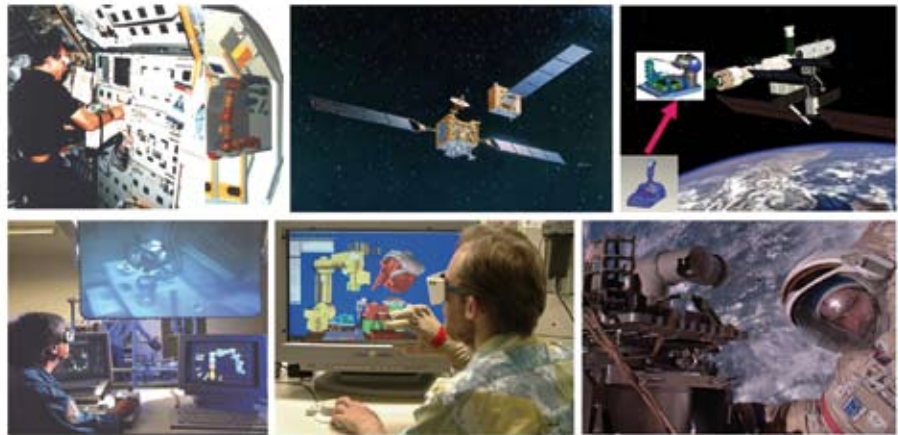
In Kalifornien stieg die neu gegründete Firma Computer Motion ebenfalls in dieses Gebiet ein. Unser DLR-Institut für Robo-

Patentstreit zu beenden. Das ZEUS System wurde zugunsten des da Vinci eingestellt.

In Deutschland musste das Forschungszentrum Karlsruhe schon Ende der 90er Jahre seine Arbeiten an der Chirurgie-Robotik beenden, weil dort andere Prioritäten gesetzt wurden. Unser DLR-Robotik-Institut, das die weltweit längste Erfahrung mit der telepräsenten Roboterfernsteuerung im Erdorbit hat und den DFG-Sonderforschungsbereich *Wirklichkeitsnahe Telepräsenz und Teleaktion* an der TU München mitbegründete, begann daraufhin, ein eigenes Drei-Arm-System MiroSurge für die minimal invasive Roboterchirurgie zu entwickeln. 2005 bewarben wir uns im Rahmen eines größeren Konsortiums mit führenden deutschen Kliniken um die Ausschreibung SOMIT (*Schonendes Operieren Mit Innovativer Technik*) und gelangten in die Endausscheidung. Für den Tag nach der Präsentation der sechs Finalisten aus über 30 Bewerber-Konsortien in Berlin war das Gutachtervotum öffentlich angekündigt, doch überraschenderweise gab es dort keine Verkündung.

Nach Wochen und mehreren Nachfragen wurde den MiroSurge-Entwicklern mitgeteilt, das Gutachtervotum sei leider „durch eine nachgängige Entwicklung im Bundesforschungsministerium überholt“. Es half dann auch nicht, dass der Vorsitzende der Gutachterkommission gegenüber der amtierenden Ministerin Frau Bulmahn seine Enttäuschung darüber zum Ausdruck brachte, dass das „innovativste Projekt der Ausschreibung nicht zur Förderung gelangt“. Die Bayerische Forschungsförderung, der großer Dank gebührt, versuchte schließlich mit einer Förderung von ca. 1,5 Mio. Euro die Arbeiten zu retten, weil unser DLR-Institut keinerlei Grundfinanzierung in der Medizintechnik hat.

Inzwischen hatte der US-Monopolist Intuitive Surgical längst einige da Vinci Systeme in deutschen Herzzentren platziert, jedes im Wert von ca. 1,5 Mio. Euro. Die Chirurgen sprachen sich verhalten positiv aus, und das



Das DLR-Institut für Robotik und Mechatronik verfügt weltweit über die längste Erfahrung mit der Roboterfernsteuerung im Erdorbit (Missionen ROTEX 1993, GETEX 1999 und ROKVISS ab 2005).

Herzzentrum Leipzig gehörte bald zu den Kliniken mit der weltweit größten Erfahrung in minimal invasiver Roboter-Chirurgie.

Mit einem echten Durchbruch in kurzer Zeit rechneten die wenigsten. Der kam zur Überraschung aller Experten vor weniger als zwei Jahren mit der Entdeckung, dass es bei urologischen oder gynäkologischen Operationen im kleinen Becken mit seinen eng nebeneinander liegenden Nervensträngen zu wesentlich weniger bleibenden Komplikationen kommt, wenn man den da Vinci einsetzt. Von da an begann ein Aufschwung ohne gleichen. Es heißt, dass derzeit ca. 80% aller Prostataektomien in den USA mit dem Robotersystem ausgeführt werden, vor kurzem in Deutschland auch bei einem unserer bekanntesten Politiker. Amerikanische Kliniken werben sich gegenseitig Patienten ab mit dem Hinweis auf die neue Chirurgie.

Die Fa. Intuitive ist heute an der Börse mit mehreren Milliarden Euro bewertet und hat inzwischen ca. 1.000 Mitarbeiter. Allerdings gibt es gerade von klinischer Seite auch aus den USA erhebliche Kritik an dieser Monopolstellung und den damit verbundenen hohen Kosten, denn die von Intuitive selbst gebauten Instrumente müssen nach einigen Operationen ersetzt werden.

Auf erhebliches Interesse stieß ein Bericht des Wall-Street-Börsenanalysten

Oppenheimer, der das MiroSurge System als die einzig sichtbare und ernsthafte Konkurrenz zum da Vinci bezeichnete. Auch Prof. Rassweiler von den SLK-Kliniken Heilbronn GmbH erregte Aufsehen: Als Präsident des Urologen-Weltkongresses 2009 in München wies er auf MiroSurge als neuen technischen Maßstab hin und drückte sein Unverständnis darüber aus, dass namhafte deutsche Medizintechnik-Konzerne die weltweite Entwicklung der Zukunfts-Chirurgie übersehen haben.

Mit kaum mehr als 2-3% der Entwicklungskosten, die die US-Kollegen verfügbar hatten, versuchen wir nun, ein europäisches, technologisch überlegenes Pendant zum da Vinci aufzustellen, das den Chirurgen eine freie Sitzposition am 3D-Bildschirm erlaubt und auch die Kräfte an den Instrumenten in die Hände zurückspielt.

Entscheidende Impulse hierzu kamen jetzt vom Bundeswirtschaftsministerium durch den Ausbau unseres Instituts zum Leistungszentrum für Robotik, Mechatronik und Automation. Dennoch: Die Geschichte der minimal invasiven Chirurgie-Robotik sagt viel aus über das Innovationsmanagement und die Zukunftsfähigkeit des Standorts Deutschland. 🌸

Prof. Dr. Gerd Hirzinger
gerd.hirzinger@dlr.de
DLR Oberpfaffenhofen