

Roboter erobern den Operationssaal

MEDIZIN Roboter, die selbstständig Patienten operieren: Das könnte in Spitälern schon bald zum Alltag gehören. Werden menschliche Chirurgen bald überflüssig

In einigen Monaten steht im Unispital Basel eine Premiere an: Der Operationsroboter Carlo wird seinen ersten Patienten behandeln, ein kleines Kind, das an einer angeborenen Fehlbildung des Schädels leidet. Um eine solche zu korrigieren, mussten bisher Chirurgen den Schädel öffnen, bestimmte Knochenteile mit einer Säge auseinandertrennen und dann neu zusammensetzen. Eine heikle Sache: Läuft beim Schneiden der Knochen nicht alles perfekt, behält der kleine Patient womöglich bleibende Schäden.

«Das kann Carlo nicht passieren», sagt Hans-Florian Zeilhofer, Leiter der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Unispitals Basel. Er hat den Roboter gemeinsam mit Kollegen vom Unispital und von der Uni Basel entwickelt. Im Operationssaal sind der Chirurg und Carlo ein Team. Dabei herrscht Arbeitsteilung: Der Chirurg plant den Eingriff und ist für das Zusammensetzen der Schädelteile verantwortlich. Das Schneiden der Knochen aber übernimmt Carlo. Das kann er viel präziser als ein Mensch – und komplett selbstständig: Er führt nicht nur die geplanten Schnitte mit einem Laser automatisch durch, sondern überprüft dabei mittels Sensoren auch ständig, ob alles nach Plan läuft.

Die selbstständigen Roboter kommen

Carlo ist nicht allein. Am deutschen Fraunhofer-Institut in Mannheim entwickeln Forschende zurzeit gleich mehrere ähnlich selbstständige Maschinen. «Solche Roboter werden in Zukunft immer mehr Aufgaben übernehmen», sagt Chirurg Zeilhofer. «Sie sind aber nur dann sinnvoll, wenn sie mit ihren Fähigkeiten Operationen sicherer und schonender machen.»

Beispiel Carlo: Der Roboter schneidet nicht nur in geraden Linien wie ein Chirurg mit einer Säge, sondern auch in Bögen oder S-Formen. Dadurch kann er Knochen an ihren Enden so bearbeiten, dass sie sich wie dreidimensionale Puzzleteile ineinanderfügen und einrasten. So wachsen die Knochen besser zusammen. Erprobt wurde diese Methode aber erst an Schafen. Derzeit gibt es noch keine Roboter, die selbstständig Menschen operieren. Zwar gehören mechanische Helfer schon heute zum fixen Inventar vieler Operationssäle, doch diese sind noch unselbstständig. Zum Beispiel der vierarmige Da Vinci: Davon sind in Schweizer Spitälern mittlerweile 26 Stück im Einsatz, etwa zur Entfernung von Tumoren in der Prostata oder in der Lunge. Jedoch ist Da Vinci lediglich ein Übersetzer der Bewegungen eines Chirurgen – gesteuert mittels Joysticks und Pedalen.

Aus vergangenen Fehlern gelernt

Schon vor Da Vinci gab es allerdings erste Anläufe, Roboter zu konstruieren, die Eingriffe ganz selbstständig durchführen. So setzten 1994 deutsche Spitäler den in den USA entwickelten Robodoc ein. Dieser sollte künstliche Hüftgelenke genauer einsetzen und dadurch die Heilungszeit verkürzen. Das funktionierte aber nicht immer. «Das Problem lag vor allem darin, dass keine automatischen Kontrollmechanismen eingebaut waren», sagt Jan Stallkamp, Leiter der Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie am Fraunhofer-Institut in Mannheim. Es kam zu

schwerwiegenden Fehlern: Zuweilen fräste der Roboter mehr Knochenmaterial ab oder entfernte mehr Muskelgewebe, als nötig gewesen wäre. Patienten litten teilweise noch jahrelang an Komplikationen.

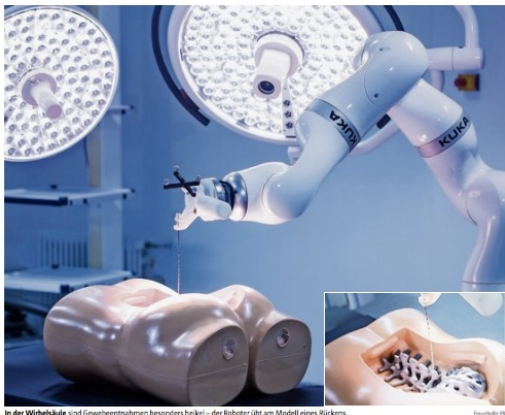
Daraus hat man gelernt. «Heute bauen wir Roboter, die sich möglichst gut selbst überwachen», sagt Stallkamp. Er und sein Team entwickeln zurzeit einen Roboterarm, der schon in einigen Jahren bei Patienten automatisch Gewebeprobe entnehmen soll. «Das ist besonders in der Wirbelsäule heikel, weil dort auf engstem Raum viele Nervenstränge verlaufen», erklärt Stallkamp. Zwar helfen dem Arzt Aufnahmen des Patienten – etwa Röntgenbilder oder Magnetresonanztomografien – bei der Positionierung der Biopsie-Nadel. Doch beim Hineinstecken ist er blind und kann sich nur auf sein Gefühl verlassen. Anders der Roboter: Dieser berechnet aus den Aufnahmen die exakte Position und Tiefe für die Nadel und platziert sie automatisch an der richtigen Stelle. Dabei kontrolliert er ständig, ob er sich an der richtigen Position befindet und nichts Unvorhergesehenes passiert.

Schlauer Winzling schwimmt durchs Auge

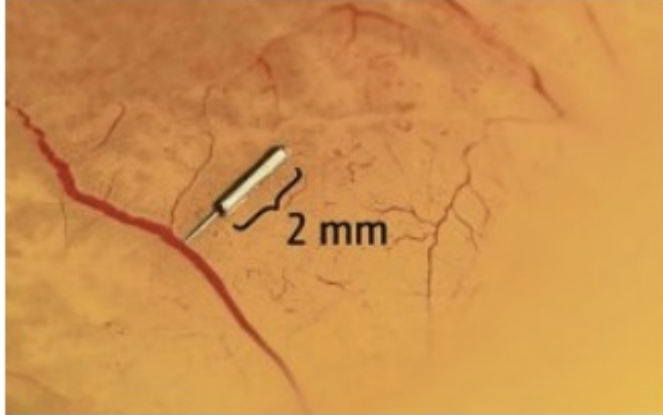
Noch eigenständiger als Roboter, die von aussen eingreifen, könnten solche werden, die im Inneren des Körpers navigieren. Wie etwa der nur zwei Millimeter lange Mikroroboter, den die Ingenieurin Franziska Ullrich am Multi-Scale Robotics Lab der ETH Zürich entwickelt hat. Der Winzling besteht eigentlich nur aus einer metallenen Kapsel und einer Injektionsnadel. Seine Steuerung funktioniert von aussen durch ein Magnetfeld. Künftig soll er im Inneren des Auges Blutgerinnsel in der Netzhaut auflösen, indem er Medikamente in die verstopften Venen spritzt. Heute noch müssen Chirurgen für denselben Eingriff mit mehreren Instrumenten von aussen ins Auge hineingreifen.

Wenn selbstständige Roboter also solch eindeutige Vorteile haben, wäre es nicht denkbar, dass sie bald ganz alleine operieren – oder Chirurgen sogar ersetzen? Dass dies passiert, glaubt Roboterentwickler Jan Stallkamp allerdings nicht: «Dafür ist die Erfahrung eines Arztes zu wertvoll.» Ähnlich sieht es auch der Schöpfer von Carlo, Hans-Florian Zeilhofer: «Roboter werden in Zukunft immer mehr Operationsschritte, wohl auch ganze Eingriffe übernehmen. Doch für deren Planung und Kontrolle bleiben Chirurgen unverzichtbar.»

Technisch allerdings könnten manche Roboter schon heute alleine operieren, etwa der Zürcher Augenroboter. Heute dirigiert ihn zwar noch ein Mensch, doch genauso gut könnte das eine Software automatisch tun. Dennoch ist der neueste Prototyp alles andere als unabhängig. Franziska Ullrich hat ihn mit dünnen Kabeln versehen, die aus dem Auge an die Oberfläche führen. Diese wären für die Funktion nicht nötig. Doch: «Die Ärzte fühlen sich einfach wohler, wenn sie etwas in der Hand halten», sagt Ullrich. Kontrolle, so scheint es, ist uns Menschen eben doch zu wichtig. Santina Russo



In der Wirbelsäule sind Gewebeprobeentnahmen besonders heikel – der Roboter übernimmt am Modell eines Rückens.



Auf das Wesentliche reduziert: Der Augen-Mikroroboter. ETH Zürich

Gleichen tags erschienen in der Zürichseezeitung, Zürcher Unterländer.

© Der Landbote