

DR.

ROBOT

An Stelle des Chirurgen hält immer öfter eine Maschine das Skalpell in der Hand. Der Roboter bietet Vorteile, erfordert aber auch spezielle Fähigkeiten. Gerade männliche Patienten profitieren von der Methode

TEXT: RUFUS RIEDER

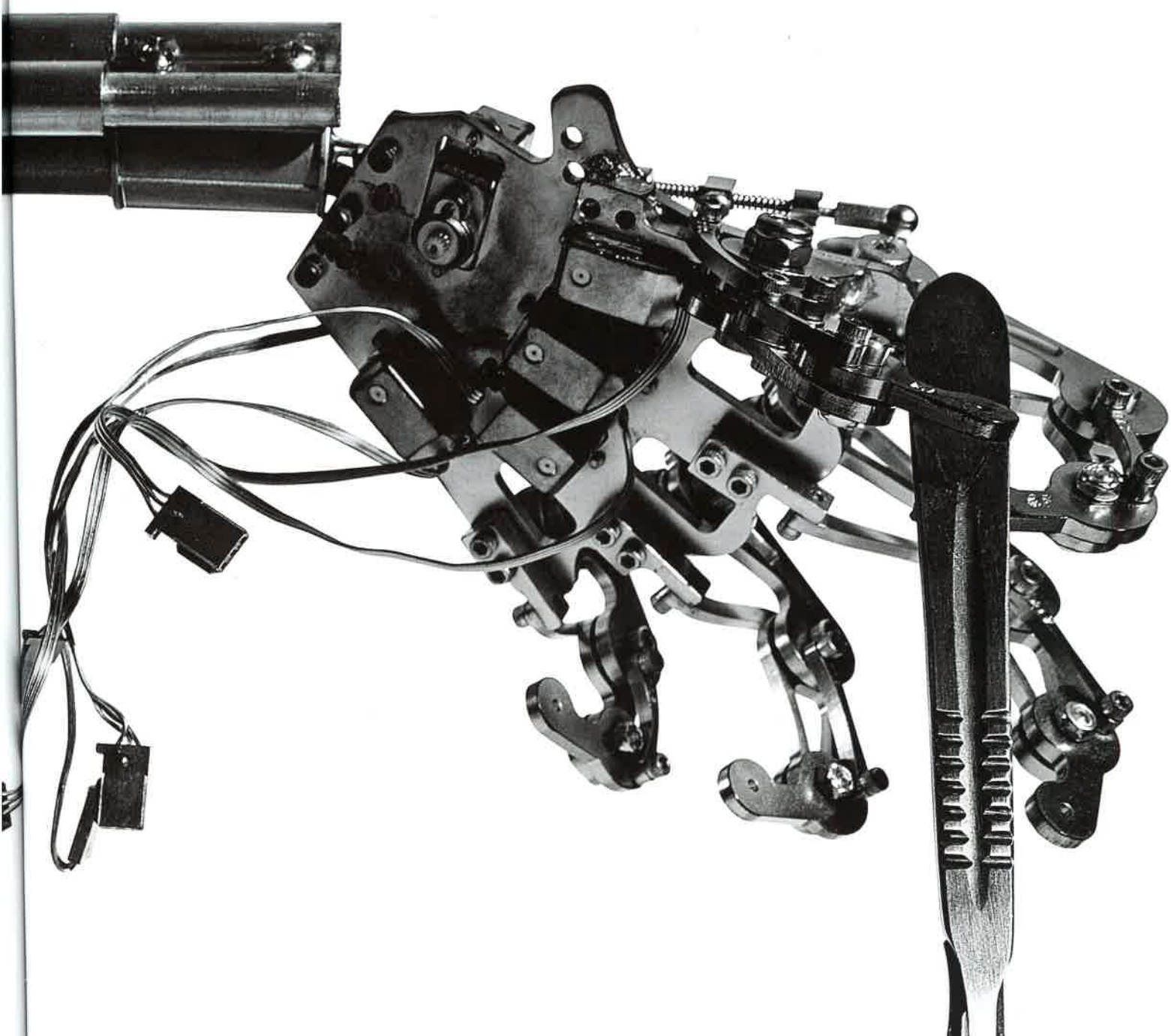
Tentakelartige Arme hängen über der wenig einladend aussehenden Pritsche. An den Greifarmlen sieht man Zangen, Messer und andere Werkzeuge. Willkommen im Folterkeller des Dr. No? Nein, dieses Ungetüm soll die Menschen nicht quälen, sondern heilen. Es handelt sich um den weltweit führenden Chirurgie-Roboter Da Vinci des US-amerikanischen Herstellers Intuitive Surgical. Der Roboter ist aus modernen Krankenhäusern nicht mehr wegzudenken, nicht nur in den Vereinigten Staaten, sondern auch bei uns in Deutschland. Rund 4000 dieser Systeme sind weltweit im

Einsatz, hier zu Lande sind es ungefähr 90. Sie übernehmen hauptsächlich Eingriffe in Körperregionen, die man mit klassischer Chirurgie schlecht erreicht. Das gilt in erster Linie für die Bauchhöhle und den Brustkorb.

DAS PARADEBEISPIEL für den Einsatz von Da Vinci bei Männern ist die Operation der Prostata. Eine Krebserkrankung an der Vorsteherdrüse wird in den meisten Fällen mit der vollständigen Entfernung des befallenen Organs behandelt. Da die Prostata unterhalb der Blase liegt und von Beckenknochen umgeben ist, lässt sie sich nur schwer erreichen. Bei der traditionellen Operationsmethode öffnen Urologen

mit einem großen Schnitt den Bauchraum, um überhaupt an die abgelegene Körperregion zu gelangen. Zudem gibt es die Möglichkeit, durch die Harnröhre zu operieren, doch diese Methode wird nur von wenigen Kliniken in Deutschland angeboten. Viel verbreiteter ist inzwischen der Roboter. Er benötigt lediglich 4 kleine Schnitte in der Bauchdecke. An diesen 4 Punkten führen die Ärzte jeweils einen Roboterarm ein. So können die Werkzeuge ins Becken vordringen, ohne viel Gewebe zu zerstören. „Während des Eingriffs wird Kohlendioxidgas in die Bauchhöhle gepumpt, so dass ein Hohlraum entsteht, der dann eine viel bessere Sicht auf das Gewebe ermöglicht“, erklärt Professor





Alexander Haese, Leitender Arzt für roboterassistierte Urologie an der Martini-Klinik in Hamburg. Mehr als 6000 Eingriffe dieser Art werden in Deutschland jedes Jahr vorgenommen. Das sind rund 30 Prozent aller Prostata-Entfernungen überhaupt. In den USA ist die Entwicklung noch weiter vorangeschritten, dort werden 80 Prozent aller Prostatektomien mit Hilfe des Da-Vinci-Systems durchgeführt.

VORTEILE sind nicht von der Hand zu weisen. Der Blutverlust beim Patienten ist geringer, weil weniger invasiv operiert wird. Darüber hinaus hemmt der Gasdruck im Bauchraum den Austritt von Blut aus kleinen Arterien und Venen. Der Arzt ermüdet nicht so schnell, weil er in einer verhältnismäßig bequemen

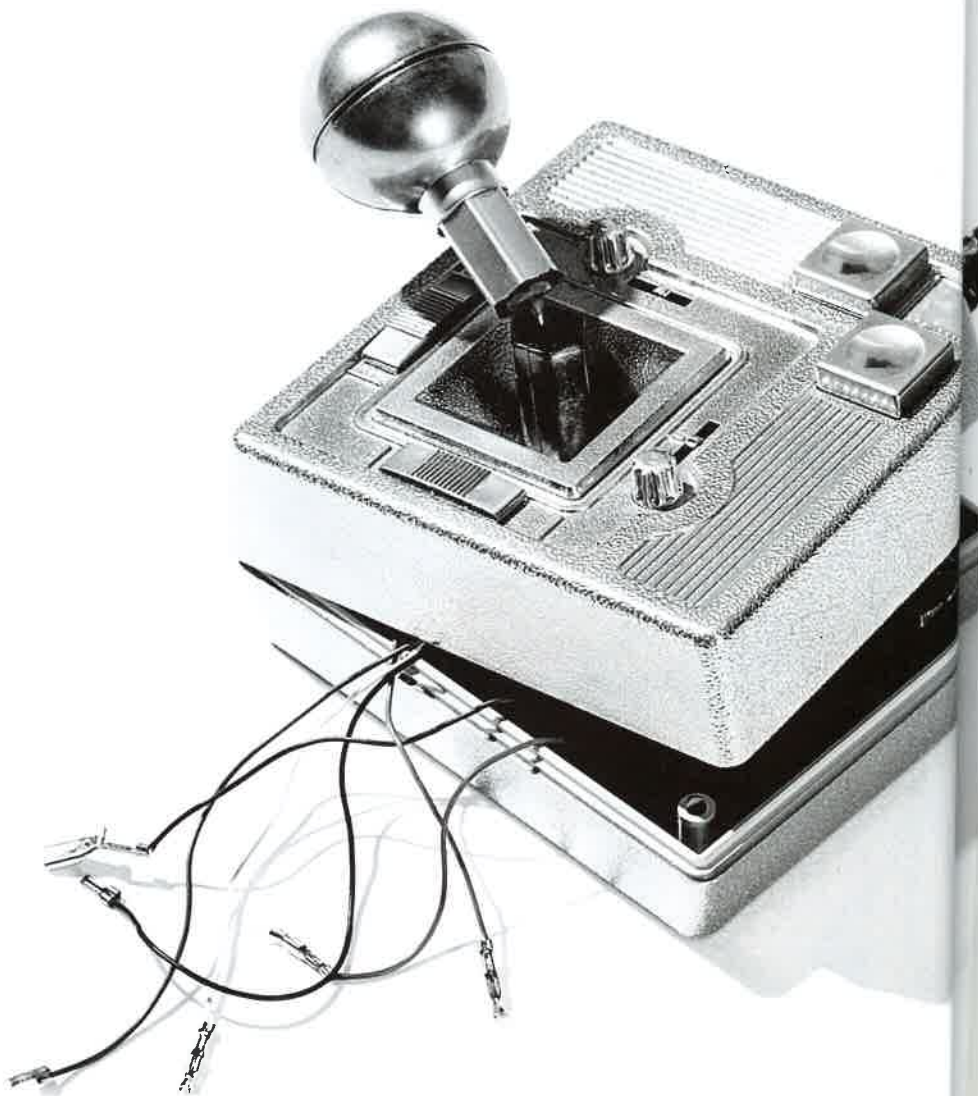
Position an der Konsole sitzt und die Instrumente nicht direkt in der Hand halten muss (siehe Illustration auf Seite 49). Wenn seine Hände leicht zittern, macht das nichts aus, denn die Roboter-Software rechnet dies mit Hilfe eines Tremorfilters heraus. Vorsichtiges Vorarbeiten mit Skalpell, Licht und anderen Gerätschaften funktioniert auch deshalb besonders gut, weil die Bewegungen des Chirurgen im Maßstab 1 zu 10 verkleinert werden. Wenn er die Handschleufe 1 Zentimeter nach vorne schiebt, bewegt sich der Roboterarm lediglich 1 Millimeter weit. Das Kamerabild aus dem Inneren des Patienten ist 10-fach vergrößert, auch kleine Strukturen lassen sich gut erkennen. Da es sich um 3-D-Aufnahmen handelt, verfügt der Chirurg über eine gute ►

Die echten Werkzeuge, mit denen der Roboter hantiert, sind viel kleiner als dieses klassische Skalpell

DER ROBOTER ENTSCHEIDET NICHT SELBST, SONDERN FOLGT DEN BEWEGUNGEN DES ARZTES

räumliche Wahrnehmung. Zum Vergleich: Bei der offenen Chirurgie verwendet der Arzt eine Lupenbrille mit 4-facher Vergrößerung. Und auch die Ausbildung junger Ärzte ist mit dem Roboter einfacher als ohne. „Das Lernen geht schnell, da der Assistent an einer zweiten Konsole Platz nehmen kann und wie ein Fahrschüler vom erfahrenen Chirurgen angeleitet wird“, erläutert Urologe Haese, der selbst Ausbilder für Da Vinci ist und bereits mehr als 100 Kollegen eingearbeitet hat. Chirurg und Assistent sehen in ihren Konsolen das gleiche Bild und können sich bei der Steuerung des Roboters jederzeit abwechseln. Bei der offenen OP nimmt die Einarbeitung ungefähr 5-mal so viel Zeit in Anspruch, unter anderem auch deshalb, weil die Ärzte ihre Positionen häufig tauschen müssen und nie zur gleichen Zeit aus demselben Blickwinkel draufsehen können.


BEDENKEN bezüglich der Roboter-Chirurgie gibt es dennoch. Das hängt unter anderem mit schlechten Erfahrungen in der Vergangenheit zusammen. In den 1990er-Jahren sorgte nämlich der Orthopädie-Roboter Robodoc für Aufsehen im negativen Sinne. Er war in der Lage, die Oberschenkelknochen der Patienten vollautomatisch zu fräsen, damit eine Hüftgelenksprothese eingesetzt werden konnte. Dieser Fräsvorgang sollte besonders präzise vonstattengehen, doch die Resultate waren letztlich schlecht. Viele Patienten klagten hinterher über Schmerzen, Blutergüsse und Probleme beim Gehen. Nach zahlreichen Schmerzensgeldforderungen verschwand Robodoc wieder aus den Krankenhäusern.



KOMPLIKATIONEN kann es bei den Roboter-Operationen wie auch bei anderen Methoden geben. Teilweise sind sie aber anderer Art. In den Anfangsjahren von Da Vinci waren Ausbildung und Erfahrung der Chirurgen noch nicht auf dem heutigen Stand. Darüber hinaus waren weder Hard- noch Software so ausgereift, wie sie es heute sind. Dadurch kam es zu Zwischenfällen wie bei Charles Whitlow, Besitzer eines Grillrestaurants in Alabama. Eine elektrische Störung führte dazu, dass das Instrument ihm ein Loch in den Darm brannte. Seitdem ist Whitlow inkontinent und leidet dauerhaft unter Schmerzen. „Solche Zwischenfälle sind heutzutage praktisch ausgeschlossen“, sagt Experte Haese. „Das Gerät testet sich 1000-mal in der Minute selbst.“ Kommt es zu Auffälligkeiten, werden diese sofort erkannt. Bei insgesamt 3000 Roboter-OPs, die Haese im Laufe vieler Jahre selbst

durchgeführt hat, kam es lediglich 2-mal zu einem Stillstand des Geräts, der aber mittels Neustart sofort behoben werden konnte. Eine in der US-Fachzeitschrift „The Lancet“ veröffentlichte Studie belegt, dass die Ergebnisse der roboterassistierten Operationen genauso gut sind wie die konventioneller Eingriffe.

RESULTATE, die Wettbewerber auf den Plan rufen. Derzeit drängen 2 weitere Roboter auf den Markt. Einer der Neulinge verfügt sogar über haptisches Feedback. Darunter versteht man die Eigenschaft, einen Widerstand zu erspüren. Wenn sich ein Chirurg mit seinen Händen vorantastet, fühlt er mit den Fingern, wo Gewebe weich oder fest ist. Diese haptische Rückmeldung leistet der Roboter. Senhance des Herstellers Transenterix mittels Sensoren an den Werkzeugen. Senhance hat von der US-Gesundheitsbehörde FDA



Keine Sorge, dieser Joystick stammt nicht aus dem Da-Vinci-System!

OP-STATION

So sieht Da Vinci aus, das meistverwendete System für Roboter-Chirurgie



1. Display-Einheit, auf deren Monitor die aktuellen Bilder aus dem Inneren des Patienten wiedergegeben werden.

2. OP-Tisch: Hier liegt der Patient. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei seiner richtigen Lagerung. Damit die Roboterarme ungehinderten Zugriff auf den zu operierenden Bereich haben,

muss der Chirurg den Patienten optimal positionieren, bevor es losgeht. Die klobige Robotik-Einheit lässt sich nur in gewissen Grenzen bewegen, und ein späteres Umlagern des Patienten ist aufwendig. Falls nötig, gibt es einen beweglichen Operationstisch, um bei Bedarf die Position eines Patienten während des Eingriffs zu verändern.

3. Robotik-Einheit mit 4 Armen, an denen sich chirurgische Instrumente, Kameras und Lichtquellen befinden.

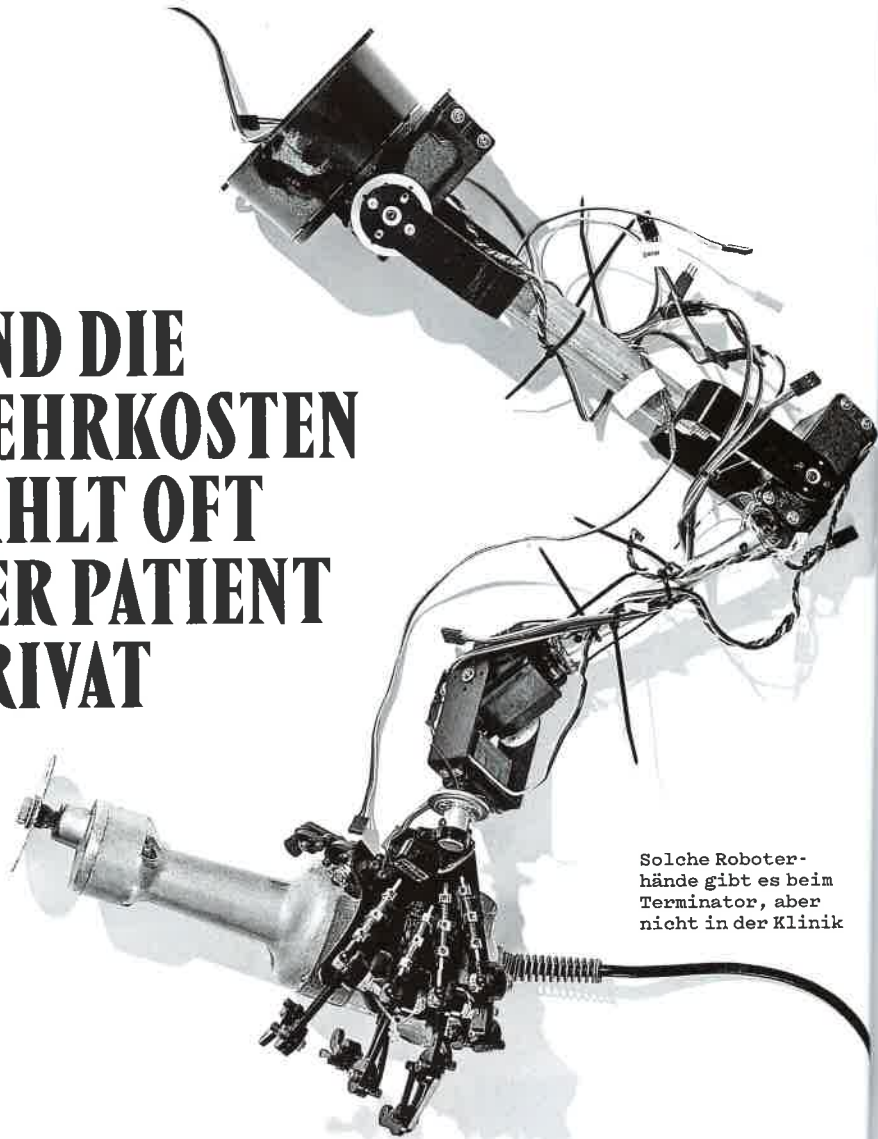
4. Konsole des Chirurgen: Der Arzt blickt auf das dreidimensionale Videobild im Gerät und hält zwei joystickähnliche Steuerungshebel mit Handschlaufen in den Händen.

kürzlich die Zulassung erhalten. Seit 2017 wird er vereinzelt auch in Deutschland eingesetzt.

DIE KOSTEN einer Roboter-OP sind höher als bei herkömmlicher Chirurgie. Allein für die Anschaffung eines Da Vinci muss die Klinik 1,5 bis 2 Millionen Euro investieren. Weitere 150 000 Euro fallen jährlich für Wartung und Instandhaltung an. Pro Operation liegen die Kosten für Verbrauchsmaterialien bei durchschnittlich 1000 Euro. Werkzeuge wie Scheren oder Nadelhalter dürfen für maximal 10 OPs verwendet werden, dann sind neue fällig. Die Preise sind auch deswegen so hoch, weil Hersteller Intuitive Surgical auf dem Markt bisher eine Monopolstellung hat. Im Vergleich zur klassischen OP ist ein Robotereingriff zirka 1500 Euro teurer. Kassen übernehmen diese Differenz nicht, also zahlt entweder die Klinik drauf oder der Patient muss die Zusatzkosten übernehmen. Kliniken, die viel mit Roboter operieren, kommen in der Regel nicht drum herum, Patienten zuzahlen zu lassen, sonst würden sie tief in die roten Zahlen rutschen.

GESCHICK UND ERFAHRUNG des Operateurs entscheiden am Ende über den Erfolg eines Robotereingriffs – genauso wie bei der offenen Chirurgie. Denn streng genommen ist ein System wie Da Vinci gar kein Roboter, der programmierbar ist oder selbstständig arbeitet, sondern eine ferngesteuerte Konstruktion mit 4 verlängerten Maschinenarmen unter der Kontrolle des Menschen, der hinter der Konsole sitzt. „Es handelt sich eigentlich um einen Telemanipulator“, so Professor Haese. Je erfahrener ein Arzt mit dem Gerät ist, desto besser. Falls Sie einmal vor der Entscheidung stehen, einen Eingriff konventionell oder mit Roboterhilfe durchführen zu lassen, fragen Sie den Arzt unbedingt, wie viel Erfahrung er

UND DIE MEHRKOSTEN ZAHLT OFT DER PATIENT PRIVAT



Solche Roboterhände gibt es beim Terminator, aber nicht in der Klinik

damit hat. Bei der Prostata-OP sind vor allem Erektionsfähigkeit und Kontinenz in Gefahr. „Entlang der Vorsteherdrüse verläuft ein feines Geflecht von Potenznerven, das vorsichtig vom Organ gelöst werden muss – als wenn man eine Zwiebel schält“, erklärt Haese. Das dauert etwa 45 Minuten, bei insgesamt 2,5 Stunden OP-Dauer. Nach Entnahme der Prostata wird die abgetrennte Harnröhre wieder mit der Blase verbunden. Auch das erfordert Geschick.

Gute Urologen kommen auf Erfolgsquoten von 80 Prozent Erektionsfähigkeit und 90 Prozent Kontinenz im Zeitraum von einem Jahr nach dem Eingriff. Besonders gut geeignet ist der Roboter für übergewichtige Patienten, da bei diesen Männern die offene Chirurgie ungleich aufwendiger und mit größerem Blutverlust verbunden ist. Bei schlanken Männern hingegen ist die offene Chirurgie nach wie vor eine gute Alternative. Der Patient hat die Wahl.

MEILENSTEINE

Wichtige Stationen in der Geschichte der OP-Roboter

1983

1. Blinddarm-Operation mit minimal-invasiver Schlüsselloch-Technologie in Kiel

1992

Der Roboter Robodoc wird zum Fräsen bei Hüftgelenks-Operationen eingesetzt.

1997

1. Gallenblasen-Entfernung mit Hilfe des Roboters Mona Lisa, einem Vorgänger von Da Vinci

1998

Am Herzzentrum in Leipzig wird erstmals ein Bypass mit Roboterhilfe gelegt.

2010

Die Universität Eindhoven (Niederlande) präsentiert einen Chirurgie-Roboter mit haptischem Feedback.

2016

Weltweit sind jetzt mehr als 3800 Roboter in Betrieb (88 in Deutschland) sie waren bislang an mehr als 650 000 OPs beteiligt.