

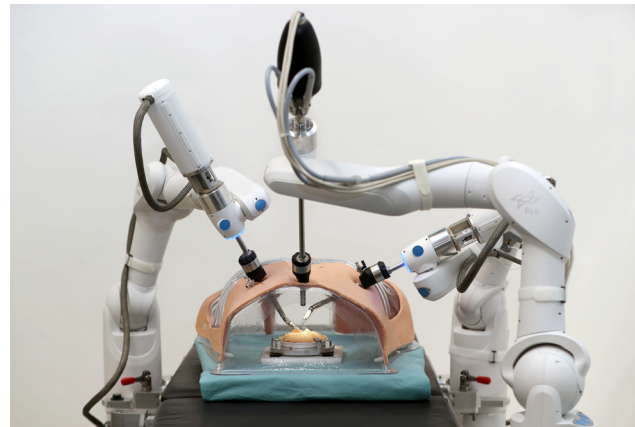
# Mehr Bewegungsfreiheit im Patienten

Von der Diagnose bis zur Behandlung - robotische Assistenzsysteme werden bereits in vielen medizinischen Sektoren eingesetzt. Die Leichtbaurobotik und neue Generationen computerassistierter minimalinvasiver chirurgischer Instrumente ermöglichen mannigfache Potenziale, wie Julian Klodmann im Interview erläutert.

**MED:** Vor Jahren wurde die durch Weltraumanwendungen motivierte Leichtbaurobotik am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) mitbegründet. Von Anfang an waren dabei terrestrische Anwendungen nicht ausgeschlossen. Was hat die ersten Roboter ausgezeichnet und wie gelang der erdgebundenen Robotik der Durchbruch?

**Julian Klodmann:** Das erste telemanipulierte Robotersystem, das sich im Weltraum von der Erde aus steuern ließ, haben die Forscher des Instituts für Robotik und Mechatronik des DLR in Kooperation mit Dornier hervorgebracht. Das DLR hat hierfür einen autonomen, multisensoriellen Greifer entwickelt. Der für den sogenannten ROTEX-Greifer verwendete Roboterarm konnte auf der Erde allerdings sein Eigengewicht nicht tragen. Um Astronauten ein Training auf der Erde zu ermöglichen, wurde deshalb ein leichter und flexibler Roboter entwi-

Die Robotik erlaubt alternative Behandlungsmöglichkeiten, weshalb sie sich bereits in zahlreichen medizinischen Anwendungen etabliert hat. Zukünftig wird diese Technologie auch die Chirurgie stärker beeinflussen.



Bilder: DLR/Alexandra Beier

**Telechirurgiesystem MiroSurge:** Die drei MIRO-Roboterarme können direkt am OP-Tisch befestigt werden.

ckelt. Die von der Raumfahrt getriebene Entwicklung der Leichtbaurobotik (LBR I) schaffte den Durchbruch somit mit irdischen Anwendungen. Zugleich besaß der LBR I bereits viele Merkmale späterer Leichtbaurobter. Jedes Gelenk war mit einem Drehmomentsensor ausgestattet. Die Kinematik ähnelte einem menschlichen Arm. Zudem wurde die gesamte Elektronik im Roboterarm integriert und das Gewicht, wo immer möglich, mit Finite-Elemente-Methode optimiert. Der Nachfolger des ersten Leichtbauroboters, der LBR 2, konnte dadurch ein bis dahin unerreichtes Verhältnis von Nutzlast zu Gesamtgewicht vorweisen. So war der Roboter in der Lage, bei einem Eigengewicht von 18 kg eine Nutzlast von 7 kg bei voller Geschwindigkeit zu manipulieren. Darüber hinaus konnte der LBR 2 durch die integrierte Drehmomentsensorik feinfühlig mit seiner Umgebung interagieren. Das führte zu Überlegungen, den LBR 2 in industrienaher Umgebung einzusetzen. Ferner erlaubte die kinematische Redundanz durch 7 Freiheitsgrade die Flexibilität des Systems im Vergleich zu Standardindustrierobotern zu erhöhen. Schließlich war der Leichtbaurobter in der Lage, Aufgaben zu übernehmen, die damalige Roboter noch nicht umsetzen konnten.

**MED:** Welche speziellen Anforderungen musste die Leichtbaurobotik erfüllen, um sich auch für den Einsatz in der Medizintechnik zu qualifizieren?

**Julian Klodmann:** Die grundlegenden Technologien der kompakten Leichtbaurobter sind die Antriebe und die Sensorik in Verbindung mit bestimmten Regelungskonzepten. Die Basis