

# DR. HIGHTECH, BITTE IN DEN OP!

Die Medizin von morgen: wie künstliche Intelligenz und neue Technologien Patienten helfen

Telemedizin  
Nanomedizin

Decision  
Support

Open-Loop-  
Anwendung

SYMPTOM-  
CHECKER

Neurostimulation  
Virtueller Patient

E-Rezept

Big Data

Wearable  
Technologies

Medikament nach Maß

Präzisionsmedizin

Digitale  
Transformation

Gangroboter

Gedankengesteuerte Prothesen

Operationsroboter

Digitalisierung

Es gibt gute Nachrichten für uns Patienten. Die Medizin macht so rasante Fortschritte wie kaum je zuvor. Chirurgen gelangen dank Roboterhilfe OPs von ungeheurer Präzision. Mithilfe von selbstlernenden Computern – Experten sprechen von künstlicher Intelligenz oder KI – erkennen Radiologen Tumore so früh, dass der Krebs immer öfter geheilt wird. Hightechanzüge schenken Querschnittsgelähmten ungeahnte Mobilität. Hier fünf Beispiele für eine Entwicklung, die Fachleute als Digitale Revolution bezeichnen.

## Roboter als Assistenten im OP

In rund 120 OP-Sälen in Deutschland arbeiten Chirurgen bereits mit einem Kollegen zusammen, der nie eine Universität besucht hat – und der das Skalpell trotzdem mit meisterhafter Präzision führt: dem „DaVinci“-Operationsroboter. Der bis zu zwei Millionen Euro teure Assistent besteht aus zwei Einheiten: den Roboterarmen, die an einem Stativ direkt über dem narkotisierten Patienten hängen, und einer Steuerkonsole mit Bildschirm, die einige Meter

entfernt am Rande des OP-Felds steht. Von hier dirigiert der Operateur per Fernbedienung die zentimeterkleinen chirurgischen Scheren oder Zangen, die zuvor über winzige Bauchschnitte in den Körper eingeführt wurden. Auch eine Kamera wird vor Beginn der OP durch kleine Hülsen in den Bauchraum eingebracht. Sie liefert bis zu zehnfach vergrößerte Bilder in 3-D-Optik. „So kann ich auch kleinste Strukturen wie Nerven und Blutgefäße exzellent erkennen. Das ist gerade bei der radikalen Prostatektomie wichtig, weil hier Nerven nach Möglichkeit geschont werden müssen, um Inkontinenz und Impotenz zu vermeiden“, sagt der Urologe **Prof. Martin Kriegmair** von der Urologischen Klinik München-Planegg.

Kriegmair arbeitet seit zwei Jahren mit „DaVinci“ und ist begeistert. „Der Roboterassistent erlaubt uns ein präziseres und bequemerer Arbeiten. Zudem wird der Patient geschont, weil der Eingriff in minimalinvasiver Technik erfolgt, also nicht in offener OP.“ Am häufigsten kommt der Chirurgieroboter in der Urologie und Gynäkologie zum Einsatz. Wie Studien zeigen, sind

Patienten nach einer laparoskopischen roboterassistierten Entfernung der Prostata schneller fit und sie benötigen weniger Schmerzmittel.

## Der Computer stellt die Diagnose

Erfahrene Radiologen arbeiten wie Detektive. In einem CT-Bild mit bis zu 250 Grautönen identifizieren sie kleinste Tumore oder Entzündungen. Dennoch stoßen sie an Grenzen. „In digitalen Röntgen- oder MRT-Aufnahmen stecken mehr Informationen, als das Auge des Arztes wahrnehmen kann“, erklärt **Prof. Michael Forsting** vom Institut für Radiologie und Neuroradiologie am Uniklinikum Essen. Nahezu grenzenlos hingegen ist die Wahrnehmungsfähigkeit von Computern, die die Diagnostik von Krebserkrankungen oder seltenen Lungenleiden revolutionieren. Innerhalb kurzer Zeit analysieren die KI-Systeme eine Fülle von Röntgenbildern mit faszinierender Präzision.

An der Essener Klinik von Michael Forsting trainierten Ärzte etwa eine Software darauf, Aufnahmen von Gebärmutterkrebs zu analysieren. Für seine Diagnosen zieht das Programm 1800 verschiedene Kriterien in Betracht – ein erfahrener Radiologe berücksichtigt vielleicht zehn Parameter, wenn er ein CT-Bild auf ein mögliches Karzinom prüft. „Mittlerweile erkennt unser System mit über 95 Prozent Genauigkeit, ob der Tumor bereits gestreut hat oder künftig streuen wird“, sagt Forsting. Ein weiterer Vorteil der Computer-Intelligenz: Anders als das menschliche Gehirn wird sie nicht müde, liefert selbst nach der 5000sten Befundung konstante Qualität. Und sie wird laufend besser: Hat sie bei einer Bildanalyse etwas dazugelernt, fertigt sie ein Update ihrer Software an.

## Dank Spezial-Brille durch Organe spazieren

Computerspieler kennen diese Geräte schon seit ein paar Jahren: futuristisch anmutende Brillen, die man wie eine Tauchermaske aufsetzt, um sich augenblicklich in Fantasiewelten entführen lassen. Schon bald dürften diese 3-D-Wunder auch in den OP-Sälen Einzug halten. Als eine der ersten Kliniken weltweit nutzen das Universitätsspital Basel (USB) sowie das Universitäts-Kinderspital beider Basel (UKBB) seit Anfang 2018 die „Virtual-Reality“-Brillen. Mit ihrer Hilfe bereiten sich Chirurgen auf besonders knifflige Eingriffe vor, etwa bei Aneurysmen der Hirngefäße oder komplizierten Wirbelsäuleneingriffen. Dazu erstellen die Ärzte zunächst eine Reihe von CT-Aufnahmen, etwa des Gehirns. Eine Software wandelt die zweidimensionalen Bilder in dreidimensionale Darstellungen um. Per Datenbrille kann der Arzt nun vor der OP Nervenbahnen, Blutgefäße und Knochen von allen Seiten



**PROF. MARTIN KRIEGMAIER**  
Chefarzt an der Urologischen Klinik München-Planegg



**PROF. MICHAEL FORSTING**  
Direktor des Instituts für Radiologie und Neuroradiologie am Uniklinikum Essen



**PROF. RAPHAEL GUZMAN**  
Neurochirurg am Universitätsspital Basel und Universitäts-Kinderspital beider Basel

prüfen. Er spaziert sozusagen virtuell im Gehirn des Patienten herum. „So kann ich die Feinheiten der erkrankten Gefäße beim Aneurysma aus allen Richtungen betrachten. Die anschließende OP wird sicherer und kürzer“, schwärmt **Prof. Raphael Guzman**, Neurochirurg am USB und am UKBB.

## Roboteranzug hilft Gelähmten

Trotz verletztem Rückenmark laufen? Das ist jetzt möglich: Exoskelette verhelfen querschnittsgelähmten Menschen zu neuer Mobilität. Bauingenieur **Gustav Neges**, 57, aus Raubling bei Rosenheim zählt zu den ersten deutschen Patienten, die diese Erfahrung machten. Nach einer Rückenmarksentzündung vom Bauchnabel abwärts gelähmt, schlüpfte er in der Schön Klinik in Bad Aibling zweimal pro Woche in einen Gangroboter: ein skelettartiger Anzug mit Gelenken, Sensoren und Minimotoren, den man sich mit Klettverschlüssen an den Leib bindet. Per Gewichtsverlagerung setzte er das Gerät in Gang. „Nach der etwas anstrengenden Übungsphase zu Beginn legte ich völlig selbstständig 2000 Schritte durch das Krankenhaus zurück, bis die Batterie leer war. Es war eine tolle Erfahrung, wieder aufrecht gehen zu können.“ Nicht nur die Psyche profitiert davon. Auch Kreislauf und Darm kommen beim Bewegen in Schwung, Schmerzen bessern sich. Mit den teilweise mehr als 100 000 Euro teuren Supermannanzügen können querschnittsgelähmte Patienten etwa eine bis anderthalb Stunden laufen – langfristig sollen sie den Rollstuhl ersetzen.

## Zielgenaue Medikamente treffen in die Zelle

Klein, kleiner, Nano. Nur 100 Nanometer groß sind Medikamenten-Taxis, die derzeit entwickelt werden. Zum Vergleich: Menschenhaar hat einen Durchmesser von 50 000 Nanometer. Im Körper des Patienten schleusen die Partikelchen Wirkstoffe punktgenau in kranke Zellen. Vorteile: Die Arzneidosis kann reduziert, das Gewebe um die Zelle geschont werden. Den Praxistest erlebt die Nanomedizin gerade in der Krebsbehandlung, etwa am Hirntumorzentrum der Uniklinik Münster. Dort injizieren Ärzte Patienten mit aggressivem Glioblastom Eisenoxidpartikel, die 500-mal kleiner sind als rote Blutkörperchen. Wird das Gehirn danach einem Magnetfeld ausgesetzt, erhitzen sich die Partikel, die sich zuvor in den Tumorzellen festgesetzt haben, auf bis zu 70 Grad – die Tumorzellen werden zerstört und empfänglicher für Chemo- oder Strahlentherapie. Erste Studien wecken Hoffnung, dass die Nano-Thermotherapie unheilbar erkrankten Patienten mehr Lebenszeit schenkt.

BERNHARD HOBELSBERGER