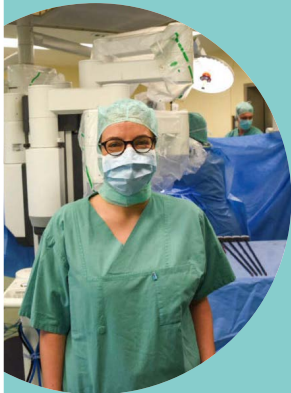
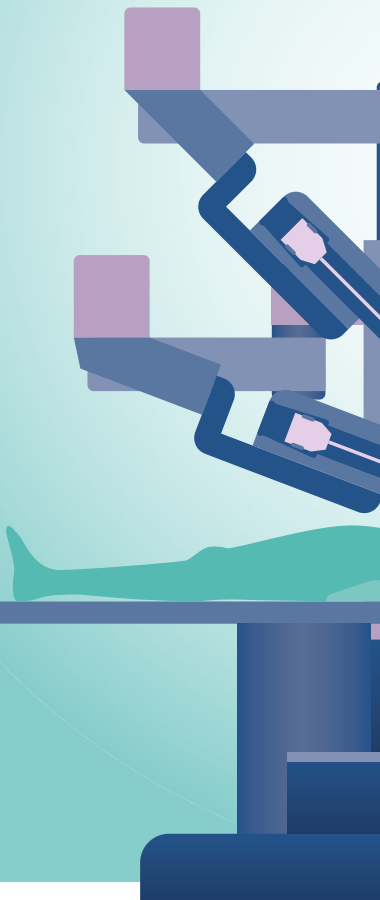


„Live bei einer echten Operation per Roboter dabei zu sein, war extrem spannend.“

Daniela Leistikow  
Redakteurin



# DAS KRANKENHAUS DER ZUKUNFT



Auch Krankenhäuser werden immer **digitaler und automatisierter**. COMPUTER BILD durfte einen Tag lang hinter die Kulissen schauen.

**W**ürden Sie einer Maschine Ihr Leben anvertrauen? In Krankenhäusern wie dem **Universitätsklinikum Eppendorf (UKE)** in Hamburg werden Menschen per Roboter operiert, die Medikamente sortiert ein Spezial-Automat, und selbstfahrende Roboter liefern die Pillen aus. COMPUTER BILD war einen Tag unter-

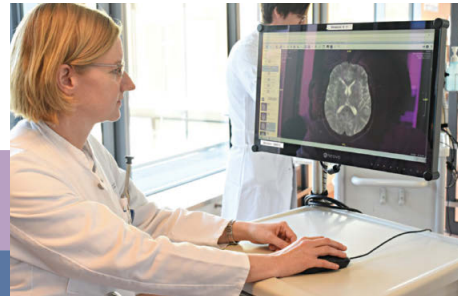
wegs im Krankenhaus der Zukunft - unter anderem bei einer echten Operation mit dem Roboter-System DaVinci in der Martini-Klinik des **UKE** (siehe Seite 26). Neben Einblicken in die digitale Krankenakte des **UKE** (siehe rechts) und in ein GPS-System für besonders schwierige Gehirnoperationen stand auch ein Besuch in

der modernen Krankenhaus-Apotheke des **UKE** auf dem Programm (siehe Seite 27).

Insgesamt gibt es im **UKE** 1730 Betten; jedes Jahr werden hier mehr als eine halbe Million Menschen behandelt. Auch deswegen ist die Digitalisierung und Automatisierung in Hamburgs größtem Krankenhaus so wichtig: Statt

Medikamente für die Patienten zu sortieren, können sich die Krankenpfleger um die Patienten kümmern. Auch die Ärzte sparen durch digitale Hilfsmittel wie die elektronische Patientenakte täglich oft mehrere Stunden Zeit. Das **UKE** hat bereits vor rund zehn Jahren mit der Digitalisierung begonnen und gehört in Deutschland zu den

## DIE PATIENTEN-DATEN SIND DIGITAL VERFÜGBAR



Wer schon mal im **UKE** war, dessen elektronische Patientenakte wird bei einem erneuten Aufenthalt abgerufen. Das gilt für die Zeit ab 2009, länger zurückliegende Befunde sind teilweise digitalisiert und ansonsten in einem Papierarchiv. Ab 2021 soll die elektronische Patientenakte für Arztpraxen, Krankenkassen und Krankenhäuser Pflicht sein (siehe Heft 13/2019). Dann sollen alle auf ein zentrales System zugreifen können. Im **UKE** sind die Informationen schon intern verfügbar: Blutwerte, Herzfrequenz, Röntgenbilder, verschriebene Medikamente – all das sehen Ärzte und Krankenpfleger an einem zentralen Ort. „Alles ist darin gespeichert – und zwar im Gegensatz zur Papierakte immer leserlich“, sagt Dr. Julia Hoppe, Oberärztin der Schlaganfallstation (oben links im Bild). Damit die Informationen immer verfügbar sind und etwa bei der Visite aktualisiert werden können, haben Ärzte und Pflege Rollwagen mit einem Computer (siehe Bild unten). Auf dem eigenen Smartphone oder Tablet abrufen klappt nicht, denn die elektronische Patientenakte liegt in einem speziell gesicherten System – ohne Schnittstelle ins Internet, um die sensiblen Daten vor Hackern zu schützen. Auch im Krankenhaus



Auf dem sogenannten Visiten-Wagen haben die Ärzte Computer und Monitor immer dabei. So lässt sich direkt protokollieren, wie es dem Patienten geht und welche Behandlung er braucht.

Fotos: Alena Zefferski, iStock

sorgt die digitale Akte für mehr Sicherheit: Eine Software prüft die verschriebenen Medikamente, beispielsweise auf schädliche Wechselwirkungen oder eine zu hohe Dosis. Ein Apotheker bewertet das Ergebnis und macht, falls nötig, Änderungen. Erst danach geht die Information an die Krankenhaus-Apotheke raus (siehe auch Seite 27).

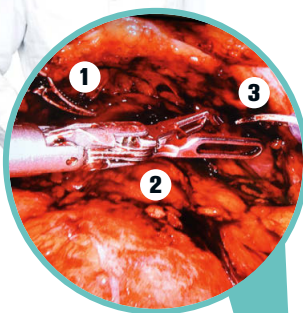
Vorreitern. Jedes Jahr investiert das **UKE** mehrere Millionen Euro allein in die IT-Infrastruktur: 150 Mitarbeiter halten 150 verschiedene Programme auf 18 000 Geräten in Schuss. Dafür sind 1600 Server in zwei Rechenzentren im Einsatz.

In Zukunft dürfte das in immer mehr Krankenhäusern alltäglich

sein: Laut der Krankenhausstudie des Beratungsunternehmens Roland Berger ist Digitalisierung mehr in den Fokus gerückt. Von den 500 befragten größten deutschen Krankenhäusern gaben 93 Prozent an, dass sie in Zukunft verstärkt darauf setzen wollen – im Jahr zuvor hatten das lediglich 58 Prozent vor. [dal]

„Als wäre man mit den Augen und winzigen Händen im Körper.“

Prof. Dr. Markus Graefen  
Leitender Arzt der  
Martini-Klinik am UKE



Bei der Roboter-OP steuert der Arzt eine Kamera und drei Instrumente direkt im Bauch des Patienten: 1 die Pinzette, 2 die Zange und 3 die Schere. Per Fußpedal lässt sich Strom zum Veröden von kleinen Blutungen in die Instrumente leiten.

## DA VINCI: SO LÄUFT EINE ROBOTER-OPERATION

**E**in Chirurg, der COMPUTER BILD im Operationssaal (OP) mit Handschlag begrüßt? Prof. Dr. Markus Graefen, Leitender Arzt der Martini-Klinik am UKE, macht genau das: Denn seine Hände müssen nicht steril sein, wenn er während der Operation ein paar Meter vom OP-Tisch entfernt an einer Konsole sitzt und dort die Instrumente steuert. Auf dem OP-Tisch wird seit etwa zwei Stunden ein 69-jähriger Mann operiert. Dessen Prostata muss wegen einer Krebserkrankung raus – und zwar mit dem Operationsroboter „Da Vinci“.

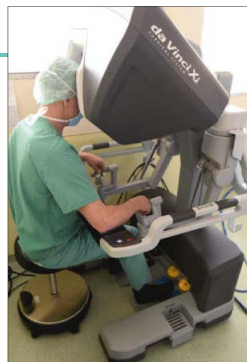
### In den Körper gebeamt

Statt eines langen Schnitts braucht es bei dieser Operation nur sechs kleinere – fünf davon kaum einen Zentimeter lang. Über sie gelangen die vier Arme des Da-Vinci-Roboters in den Körper des Patienten (siehe links). Laut Graefen ist das noch einfacher und bietet viel größere Bewegungsfreiheit als eine herkömmlichen Laparoskopie, auch bekannt als Schlüsselloch-OP. Die Greifer des Da Vinci lassen sich drehen und wenden wie Miniaturhände – nur eben mit Instrumenten statt Fingern. Der Arzt kann damit im Körper viel einfacher Wunden vernähen. „Der nächste Schritt wird sein, dass Instrumente mit einem Tastensinn entwickelt werden“, sagt Graefen. Mehrere Bildschirme

im OP zeigen jedes winzige Detail live aus dem Körper des Patienten: Die pulsierende Arterie erscheint in der Vergrößerung so dick wie ein Kinderarm. Prof. Dr. Graefen stupst mit den zwei Roboter-Armen sanft die gelb-rote Masse am unteren Bildschirmrand an: „Schauen Sie, das ist die Blase“, sagt er, während das Organ wabbelt wie ein Wasserbett. Der Operateur sieht es noch besser, denn an der Operationskonsole erscheint alles dreidimensional. Reinschauen wirkt fast so, als wäre der Betrachter direkt in den Körper gebeamt worden: Im OP befindet sich eine zweite Konsole, die zum Zuschauen und Einarbeiten da ist. Wie in einem Fahrschulwagen kann dann jederzeit ein erfahrener Arzt in schwierigeren Passagen unterstützen.

### Da Vinci: Üben per Videospiele

Bevor junge Chirurgen selbst mit dem Da Vinci operieren dürfen, assistieren sie viele, viele Male und üben fleißig mit einem Simulator, der wie ein Videospiele funktioniert. Da gibt es Geschicklichkeitsübungen, die das Rangieren, Schneiden, Veröden und Nähen mit Da Vinci trainieren. Erst wenn sie die Übungen perfekt meistern, geht es in den OP. Wie lange ein Arzt dafür braucht, ist sehr unterschiedlich. Für Patienten bietet die OP einige Vorteile: Durch die klei-



Über diese Konsole steuert Prof. Dr. Graefen den Roboter: Mehr als 1000 Mal hat er so bereits operiert.

nen Schnitte geht die Heilung schneller, und während der rund dreistündigen OP verliert der Patient nur etwa 100 bis 200 Milliliter Blut. „Der Da Vinci macht keinen einzigen Schritt allein“, betont Prof. Dr. Graefen, „er setzt eins zu eins meine Handbewegungen um.“ Günstig ist die Roboter-OP nicht. Das liegt daran, dass der Hersteller die teuren Instrumente nach zehn Einsätzen tauschen muss. Was sich daran abnutzt? „Fragen Sie die Firma, das ist wie eine Patrone im Drucker“, scherzt Graefen. Den Op-Roboter stellt die Firma „Intuitive Surgical“ her, allerdings arbeitet unter anderem Google an einem Konkurrenzsystem; dadurch könnten die Kosten in Zukunft sinken.



Eine Assistenzärztin stand bei der OP direkt neben dem Patienten: Sie holte die frisch entfernte Prostata über einen winzigen Zugang aus dem Körper.



So sieht Da Vinci ohne den Plastikschutz aus, der während der OP aus hygienischen Gründen nötig ist.

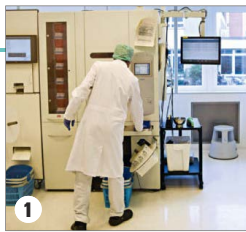
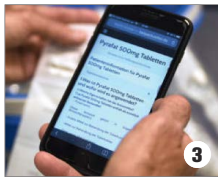
## MEDIKAMENTE: MASCHINEN HABEN DAS UNTER KONTROLLE

Nachdem die Medikamente von einem Apotheker in der elektronischen Patientenakte (siehe Seite 25) freigegeben wurden, kann die computergesteuerte Klinikapothekelösung. Hier im Erdgeschoss des **UKE** werden täglich 12 000 Einzeldosen für die Patienten in Tütchen verpackt. Das machen zwei Sortiermaschinen: In den orangenen Dosen befinden sich insgesamt 330 Arten von Tabletten. Ist eine Dose leer, hält die Maschine an und sagt: „Please refill medication!“ Der Apotheker muss vor dem Nachfüllen den Barcode auf der Packung scannen. Jede der Dosen hat einen RFID-Chip und enthält ein bestimmtes Medikament. Nur wenn das für diese Dose richtige Medikament nachgefüllt wird, arbeitet die Maschine weiter.

### Ist das die richtige Tablette?

Pro Minute spuckt der Automat 60 kleine Tütchen mit je einer Pille aus. Diese wickelt er zu einer Rolle auf, die etwa den Durchmesser einer Schallplatte hat. Jeden dieser Medikamentenschläuche prüft die Maschine erneut: Von jedem Tütchen

macht sie ein Foto und vergleicht es mit einem Bild der richtigen Tablette. Stimmen Form, Farbe und Größe überein? Falls nicht, gibt's eine Fehlermeldung und der Apotheker greift ein. „Das passiert auch, wenn die Tablette quer steht oder gebrochen ist“, sagt Dr. Michael Baehr, Leiter der Apotheke am **UKE**. Die Fehlerquote sei dank der Digitalisierung und der Hilfe der Maschinen enorm gesunken. „Die Krankenpflege bekommt von uns ein Rundum-Sorglos-Paket“, so Baehr. Seltene Medikamente füllen die Mitarbeiter aber noch von Hand in die Tütchen. Die Aufträge für die 93 Stationen arbeiten die Apotheker zweimal täglich ab, dann kommt die Ware in Kisten. Roboter bringen die Lieferung dann an den richtigen Ort.



1 Ein Apotheker beaufsichtigt die Sortiermaschine und füllt Medikamente nach, sobald die Maschine sie anfordert.



Dafür öffnet er die Tür und nimmt die leere Dose heraus **2**. Nur wenn das richtige Medikament reingefüllt wird, kann es weitergehen. Später auf der Station kann auch der Patient prüfen, was er bekommen hat: Nach Scan des QR-Codes **3** auf der Tüte erscheint auf dem eigenen Handy ein digitaler Beipackzettel.

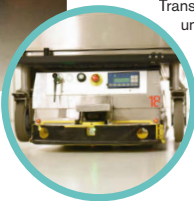
## GPS FÜR DIE OPERATION AM GEHIRN



Auch bei komplizierten Operationen, etwa am Gehirn, hilft die Digitalisierung. Mit der sogenannten Image Guided Surgery, auf Deutsch etwa „navigierte Operationen“, lässt sich eine Art GPS für das Gehirn erstellen – zum Beispiel, um einen Tumor zu entfernen. Vor der Operation vermessen Experten mit einem MRT-Scan das Gehirn und erstellen ein 3D-Modell davon. Später wird auch vom Schädel des Patienten so ein Modell gemacht. Aus den inneren und äußeren Bildern entsteht dann ein individuelles 3D-Modell, auf dem sich exakt sehen lässt, wo der Tumor liegt. Der Chirurg kann sich damit vorab eine Route für die OP erstellen: An welcher Stellen wäre der Einstieg ins Gehirn für diesen Patienten am schonendsten? Welche Regionen sollen wie bearbeitet werden? Dadurch müssen die Chirurgen nur einen viel kleineren Bereich am Schädel öffnen als früher. Im OP wird der Kopf des Patienten fixiert und mit Markern versehen. Über ihm hängt eine Infrarot-Kamera: Die erfasst sowohl die Marker am Kopf als auch die an einem Zeige-Werkzeug. Damit berührt der Chirurg Stellen am Kopf und sieht seinen exakten Standort, wie bei der Navigation mit GPS. Während der OP kann er seinen Plan über ein Display jederzeit mit der Karte des Patientengehirns abgleichen.

## ROBOTER LIEFERN AUS UND SPRECHEN SGAR

Die Roboter holen in den Containern nicht nur Medikamente aus der Apotheke ab, sondern liefern auch OP-Kleidung oder Bettwäsche. Der Roboter weiß genau, ob seine Lieferung für die Schlaganfall-Station oder für die Neuroradiologie bestimmt ist. In Karawanen ziehen die Roboter durch die Gänge – und sind ganz schön gesprächig: „Achtung, automatischer Transport!“, „Vorsicht, Wagen fährt an!“ Doch ein heruntergefallener Karton – oder in diesem Fall eine neugierige Reporterin – ist ein unüberwindliches Hindernis. Sie halten zwar an, wenn etwas im Weg ist, können aber nicht ausweichen. „Bitte gehen Sie zur Seite!“ fordert der Robo. Macht das den Weg nicht frei, bekommt das Team eine Meldung – und löst das Problem vor Ort.



Im Keller des **UKE** sind 33 autonome Lieferroboter unterwegs, die Menschen höflich vertreiben.

„Bitte gehen Sie zur Seite!“