

Neue Dimensionen der Chirurgie



Im Operationssaal der Zukunft spielen IT und Digitalisierung eine wichtige Rolle – davon ist Dirk Weyhe überzeugt. Gemeinsam mit seinem Team arbeitet der Chirurg daran, neue Technologien für die Medizin nutzbar zu machen

Wer Saal 3 des neuen Zentral-OPs des Oldenburger Pius-Hospitals betritt, dem fällt als Erstes das große, dreiteilige Wandbild auf der Rückseite auf: eine traumhafte Landschaft mit weißen Dünen, glatter See und blauem Himmel. „Wir glauben, dass eine einladende Gestaltung die Arbeitsatmosphäre deutlich verbessert“, sagt Prof. Dr. Dirk Weyhe. Und die, so der Hochschullehrer für Viszeralchirurgie an der Universität und Direktor der gleichnamigen Universitätsklinik am Pius-Hospital, sei unerlässlich für das Gelingen der Operationen, die hier täglich stattfinden. Die Atmosphäre im OP ist allerdings

Noch müssen Chirurgen OP-Lampen während eines Eingriffs immer wieder per Hand neu justieren. Im Projekt SmartOT entwickeln die Projektpartner ein automatisches Beleuchtungssystem, das Schattenwürfe selbstständig kompensiert. Um Kontraste – etwa zwischen Blut und Lebergewebe – besser sichtbar zu machen, lassen sich im neuen Operationssaal des Pius-Hospitals Oldenburg über spezielle Lampen alle Farben des Spektrums erzeugen.

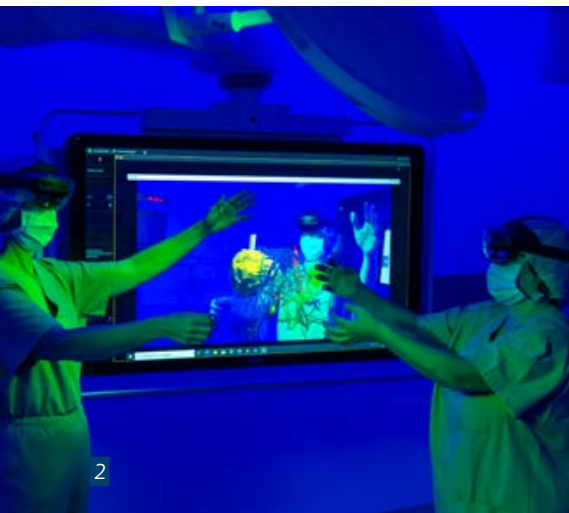
nur eine kleine Facette des umfassenden Plans, die Chirurgie der inneren Organe noch sicherer für Patientinnen und Patienten zu machen. Weyhe und sein Team setzen dabei auf neue Technologien – von intelligenter Beleuchtung über Sprachassistenzsysteme bis hin zu erweiterter und virtueller Realität (AR und VR). Um all das zu ermöglichen, sind armdicke Datenkabel und mehrere Computer in die Wände des neuen Operationssaals eingelassen. Insgesamt sieben Bildschirme und mehrere Kameras sind im Raum verteilt, für leistungsfähiges WLAN ist ebenfalls gesorgt. „Der OP der Zukunft wird durch komplexe Mensch-Maschine-Interaktionen geprägt sein“, erklärt der Chirurg. Die

Technik solle den Menschen freilich nicht ersetzen, sondern seine Fähigkeiten ergänzen und optimieren, so seine Maxime. Das Potenzial der neuen Technologien sieht Weyhe sowohl bei der Planung als auch in der Unterstützung während einer Operation. In der Aus- und Weiterbildung bieten sich ebenfalls vielfältige Möglichkeiten, denkbar sind etwa Anatomie-Kurse unter Einsatz von VR-Brillen oder das Üben von Eingriffen an realistischen Organmodellen.

Gemeinsam mit Weyhe arbeiten Dr. Verena Uslar, Dr. Daniela Salzmann und Dr. Timur Cetin daran, diese Pläne Wirklichkeit werden zu lassen. Das Forschungsteam der Uniklinik für Viszeralchirurgie ist klinischer Partner in

mehreren Projekten, die neue Technologien entwickeln und erproben. Darüber hinaus beschäftigen sich die Forschenden damit, wie sich die Innovationen auf die Arbeitsplatzbelastung im OP auswirken – eine Frage, die bislang kaum untersucht ist. „Das übergeordnete Forschungsthema unserer Gruppe ist Patientensicherheit“, betont Weyhe. Denn trotz besten Wissens und Gewissens und stetiger Fortschritte in der Medizin können Operationen anders verlaufen als geplant, mit möglicherweise negativen Folgen für den Patienten. Die Zahl solcher Ereignisse weiter zu reduzieren, ist erklärtes Ziel der Abteilung.

Ein bislang wenig beachteter Faktor bei Operationen: die Beleuchtung im



Operationssaal. „Dass eine schlechte Ausleuchtung des Wundfeldes Fehler begünstigt, kann man sich denken, es gibt allerdings kaum Studien dazu“, sagt Weyhe. Eine typische Schwierigkeit besteht darin, dass sich Ärzte und Pflegepersonal während einer Operation bewegen, wodurch sich die Lichtverhältnisse immer wieder ändern. An Lösungen arbeitet das Forschungsprojekt SmartOT („Smart Lighting in Operating Theaters“) unter Leitung der Universität Bremen, an dem Weyhe und sein Team beteiligt sind.

In dem vom Bundesforschungsministerium (BMBF) geförderten Vorhaben entwickeln die Projektpartner gemeinsam ein automatisches Beleuchtungssystem, das Schattenwürfe selbstständig kompensiert. Die klassischen OP-Lampen sind dabei durch Lichtleisten an der Decke ersetzt, die über Gesten und Sprachbefehle gesteuert werden können. Zur Feinjustierung schalten sich Teilbereiche automatisch ein und aus. „Das System ist also komplett steril bedienbar“, berichtet Timur Cetin, der das Oldenburger Teilprojekt betreut. Ein Prototyp des Systems, das von Sensoren, Tiefenkameras und Künstlicher Intelligenz (KI) gesteuert wird, kommt im neuen Ausbildungs-OP des Pius zum Einsatz, der Ende des Jahres fertiggestellt wird. „Wir sind dafür verantwortlich, dass ein praxistaugliches System entsteht“, sagt Cetin. Das Forschungsteam der Universität Oldenburg hat zu Beginn des Projekts zum Beispiel die Anforderungen an ein intelligentes Beleuchtungssystem analysiert und evaluiert aktuell die Gebrauchstauglichkeit der Prototypen.

Noch weit größere Veränderungen könnten die Innovationen mit sich bringen, die derzeit im Projekt VIVATOP entstehen, das auf klinischer Seite von Daniela Salzmann geleitet wird. Das ebenfalls BMBF-geförderte Projekt – die Abkürzung steht für „Vielseitiger Immersiver Virtueller und Augmentierter Tangible OP“ – untersucht, wie virtuelle Realität, erweiterte Realität und 3D-Druck zum Training von angehenden Chirurginnen und Chirurgen, zur OP-Planung sowie OP-Durchfüh-

rung im klinischen Alltag eingesetzt werden können. Die Leitung liegt bei Prof. Dr. Rainer Malaka vom Digital Media Lab der Universität Bremen, beteiligt sind neben Weyhes Gruppe weitere Forschungseinrichtungen und Industriepartner.

Am 3D-Druck einer Leber demonstriert Weyhe, in welche Richtung die Entwicklung geht. Das Modell besteht aus durchsichtigem Hartplastik, in verschiedenen Farben sind außerdem ein Tumor, mehrere Metastasen, die Grenzen zwischen verschiedenen Lebersegmenten und Blutgefäße zu erkennen. „Das Besondere daran ist, dass der Druck patientenindividualisiert ist“, sagt Weyhe. Das Modell sei anhand von Daten der Computertomographie einer Patientin hergestellt worden. „Man erhält eine viel bessere dreidimensionale Vorstellung von der Lage eines Tumors als durch das zweidimensionale CT-Bild“, erläutert der Mediziner. Ärztinnen und Ärzte müssen sich das räumliche Bild eines Organs bislang in Gedanken aus den Schnittbildern der Computertomographie zusammensetzen – eine Aufgabe, die großer Erfahrung bedarf, etwa wenn es darum geht, abweichende Verläufe von Blutgefäßen zu bemerken. In den vom Bremer Fraunhofer-Institut für Digitale Medizin MEVIS hergestellten 3D-Modellen wird eine solche Variation hingegen sofort deutlich. „Für die präoperative Planung ist es enorm wichtig, solche Gefäßvariationen zu kennen“, betont Weyhe.

VR-Brillen – also Anwendungen, mit denen die Nutzenden vollständig in eine künstliche, dreidimensional sichtbare Welt eintauchen – sind eine weitere Technologie, die Mediziner in Zukunft für die Planung von Operationen nutzen wollen. Eins der Ziele von VIVATOP ist es, dass Expertinnen, die sich physisch an unterschiedlichen Orten befinden, in einem virtuellen Raum zusammenkommen, dort gemeinsam Patientendaten anschauen und besprechen können. Die VR-Brillen, die dabei zum Einsatz kommen, sind sogenannte Head-Mounted-Displays, die die Augen komplett ver-

decken. Im Blickfeld der im Projekt genutzten Brillen erscheint ein Operationssaal, in dem man sich bewegen und mithilfe von zwei Fernbedienungen, sogenannten Controllern, zum Beispiel virtuelle Operationswerkzeuge bedienen kann. Die VR-Technologie lässt sich beispielsweise nutzen, um die operative Entfernung von Teilen einer Leber zu simulieren, die sogenannte Leberresektion. Das in der virtuellen Welt sichtbare 3D-Organmodell kann in Echtzeit gedreht, manipuliert und zur detaillierten Planung verwendet werden – etwa, um einzelne OP-Schritte durchzugehen. Mit dem entwickelten Tool lassen sich zudem Durchmesser und Volumen von Tumoren oder entferntem Lebergewebe bestimmen.

Mit sogenannten Mixed-Reality- oder AR-Brillen lassen sich ebenfalls 3D-Bilder betrachten. Allerdings bleibt dabei die normale Umgebung sichtbar. Die HoloLens – die im Projekt VIVATOP verwendete Brille – ermöglicht es, die ins Blickfeld projizierten Organ-Hologramme durch Handbewegungen zu drehen, zu verschieben oder zu vergrößern. „Wir können diese Aufnahmen während einer OP auf das echte Organ projizieren und bekommen zum Beispiel ein besseres Gefühl für die Lage eines Tumors“, sagt Weyhe, der das Verfahren schon mehrfach erprobt hat. Bei Leber-OPs funktioniert die dafür entwickelte Software bereits gut.

Derzeit arbeitet das Projektteam daran, mit 3D-Druckverfahren hergestellte, lebensgrote und patientenindividualisierte Organmodelle so mit Sensoren und anderer Technik auszustatten, dass sie sich in die virtuelle Welt übertragen lassen. Anwenderinnen halten die weichen Modelle in den Händen, betasten sie und sehen das Organ gleichzeitig in der VR-Brille. „Ich habe es selbst nicht glauben wollen, aber der haptische Eindruck verstärkt die Immersion – also das gedankliche Eintauchen in die virtuelle Welt – enorm“, sagt Weyhe.

Das VIVATOP-Team will die verschiedenen Technologien über ein webbasiertes Training verknüpfen, um sie bei der Ausbildung von ange-

henden Chirurginnen und Chirurgen einzusetzen. Dort könnten sie einen großen Nutzen entfalten, ist Weyhe überzeugt. Zudem sollen realistische Organmodelle später beispielsweise als Übungsobjekte dienen, an denen Assistenzärztinnen und Assistenzärzte OP-Verfahren wie Elektrokauterisierung oder Hochfrequenz-Schneiden lernen können.

Anatomische Zusammenhänge besser verstehen

Auch im Medizinstudium könnten VR-Technologien Vorteile bringen, etwa um anatomische Zusammenhänge besser zu verstehen. Das belegen zwei Studien des Teams zu einem an der Universität Bremen entwickelten virtuellen Anatomie-Atlas. „Der ‚Atlas‘ besteht aus einem virtuellen Operationssaal mit einem menschlichen Körper“, erläutert Verena Uslar. Die Nutzerinnen und Nutzer können dieses Modell virtuell sezieren, Organe heraustrennen und Muskeln freilegen. Für ihre Untersuchung wählten die Forschenden Schülerinnen und Schüler aus zwei zehnten Klassen ohne medizinische Vorkenntnisse als Testpersonen. Eine Gruppe sollte sich anatomische Zusammenhänge auf klassischem Weg über ein Lehrbuch aneignen, die andere mithilfe des VR-Atlas. „Schon in der ersten Studie kam heraus, dass die VR-Gruppe schneller war, weniger Fehler machte und viel mehr Spaß hatte“, berichtet Weyhe. In der zweiten Studie testete das Team zusätzlich, wie gut das Gelernte nach vier Monaten noch präsent war – ebenfalls mit deutlich besserem Ergebnis für die VR-Gruppe.

Angesichts all dieser Neuentwicklungen verlieren Weyhe und sein Team die Frage nicht aus den Augen, wie sich die neuen Mensch-Maschine-Interaktionen auf die Belastung des OP-Personals auswirken. Im Fall der KI-gesteuerten OP-Lampen gehen die Forschenden von einer Reduzierung

der Belastung aus. Um den vermuteten Effekt nachzuweisen, verwenden sie einen von der US-Raumfahrtagentur NASA entwickelten Fragebogen, den sogenannten TLX-Score, der Faktoren wie mentale Belastung, zeitlichen Druck oder das Frustrationslevel misst.

Zusätzlich setzen sie auf neurophysiologische Verfahren. Dafür arbeiten sie eng mit der Abteilung Neuropsychologie der Universität um Prof. Dr. Stefan Debener und Dr. Martin Bleichner zusammen. Die Gruppe setzt als eine der ersten neuartige mobile Geräte zur Messung von Hirnströmen im Arbeitsalltag ein. „Gemeinsam etablieren wir derzeit ein System, mit dem sich die Belastung durch die neuen VR- und AR-Technologien erfassen lässt“, berichtet Weyhe. Die entsprechenden Studien sind in Planung, ein anderes Projekt soll die Lärmbelastung im Operationssaal untersuchen – „ein Riesenthema“, wie Weyhe sagt. Für ihn ist es eine glückliche Fügung, dass sich die Oldenburger Neuropsychologen mit der Lärmbelastung im Alltag befassen und außerdem dank des mobilen EEG-Geräts bestens ausgestattet sind, um auch den Stress im OP-Saal untersuchen zu können.

Dass neue Technologien durchaus die Belastung des OP-Personals erhöhen können, fand das Team in einer Studie heraus. Die Forschenden untersuchten dabei minimalinvasive Operationen, bei denen das Kamerabild aus dem Körperinneren auf einen Bildschirm übertragen und mithilfe einer 3D-Brille räumlich sichtbar wird. Wie sich herausstellte, ist dieses Verfahren anstrengend für die Augen, weil das 3D-Bild scheinbar hinter dem Bildschirm liegt. Das Auge muss sich daher ständig an unterschiedliche Entfernungen anpassen und ermüdet schnell. „Man kann das Problem ganz einfach beheben, indem man den Monitor in einer Entfernung von mindestens zwei Metern zum Pflegepersonal platziert“, berichtet Weyhe.

Im neuen OP des Pius-Hospitals wurde diese Erkenntnis gleich umgesetzt – ein weiterer Baustein, um eine gute Arbeitsatmosphäre herzustellen. (uk)

1 Dirk Weyhe und sein Team setzen auf erweiterte und virtuelle Realität, um Operationen besser planen zu können.

2 Mit AR-Brillen lassen sich Organ-Hologramme von allen Seiten betrachten, mit den Händen drehen, vergrößern oder verschieben. Auf einem großen Bildschirm sind sie auch für Beteiligte ohne Datenbrille sichtbar.

3 An lebensgroßen, mit 3D-Druckverfahren hergestellten Organmodellen können Ärztinnen und Ärzte in Ausbildung verschiedene Operationsverfahren trainieren.