

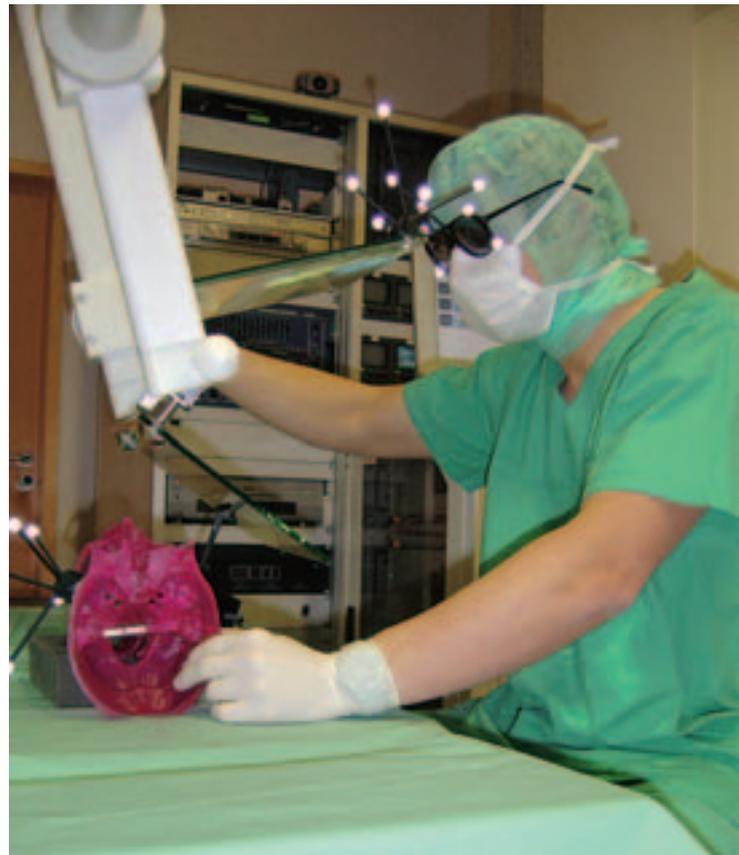
## Die Wunderbrille

**Sie könnte im Mittelpunkt eines Fantasy-Romans stehen: Die Brille, die es ermöglicht, anderen Menschen in den Kopf zu schauen. Schicksale würden sich mit ihrem Besitz verbinden, Heldengeschichten voll Spannung und Abenteuer; Streit, Diebstahl, Suche und schließlich ein Happy-End. Dann würde man den Schmöcker zuschlagen und sich sagen: In Wirklichkeit kann es so etwas ja gar nicht geben.**

Kann es doch. Natürlich ist etwas mehr dafür nötig als eine einzelne Brille: Technik, Kameras, Spiegelglas und vor allem Software. Aber der Effekt, den der ARSyS-Tricorder - die jüngste Entwicklung des Hightech-Forschungs-Zentrums (HFZ) am TUM-Klinikum rechts der Isar - erzielt, ist genau dieser. Der Kiefer- bzw. Gesichtschirurg streift sich während der Operation eine Brille über und hat den Eindruck, seinem Patienten direkt in den Kopf zu sehen. Das gelingt mit einer Computersimulation, die auf den realen Kopf projiziert wird - dreidimensional und millimetergenau. Das Gerät ist eine Entwicklung, die sich direkt an den Bedürfnissen der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen orientiert, erklärt HFZ-Leiter Prof. Hans-Florian Zeilhofer. Hier klaffte in der Vergangenheit eine Lücke zwischen Know-how und Durchführbarkeit.

Die Planungsmöglichkeiten vor der eigentlichen Operation sind in den letzten Jahren explodiert: Zahlreiche bildgebende Verfahren können darüber Auskunft geben, wo sich etwa ein Tumor gebildet hat, wie Nervenbahnen verlaufen, wo Blutgefäße sitzen. Anhand dieser Daten kann der Computer den optimalen Operationsverlauf errechnen. Er beschreibt dem Chirurgen den idealen Zugangsweg: ob ein Schnitt von außen zum Tumor führt oder eine minimal-invasive Operation durch die Mundhöhle möglich ist. Falls ein Kieferknochen ersetzt werden muss, wählt der Computer die Stelle im Becken des Patienten aus, an der am besten ein Stück Knochen zu entnehmen ist. Nur: Diese perfekten Operationsverläufe kann auch ein versierter Chirurg nie in letzter Präzision nachexerzieren, zumal ihm bisher das Augenmaß für die Genauigkeit der Schnitte ausreichen musste - auch an kaum einsehbaren Stellen. Um hier Abhilfe zu schaffen, wandten sich Florian Zeilhofer und sein Stellvertreter PD. Dr. Robert Sader an Technik- und Computerspezialisten. Dr. Gernot Goebbels vom Institut für Medienkommunikation der Fraunhofer-Gesellschaft wurde Projektleiter der Gruppe, die schließlich in dreijähriger Arbeit den ARSyS-Tricorder entwickelte. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung förderte das Projekt.

Zunächst einmal bevölkerten Techniker und Software-Spezialisten den Operationssaal. Sie sahen sich die Abläufe einer Operation an. Denn schließlich war die Herausforderung,



Kugelförmige Marker an Brille, Display und Patientenkopf (hier ein Stereolithographie-Modell) dienen als optische Markierungen.  
Foto: Hightech-Forschungs-Zentrum, MRI, TUM

ein Gerät zu bauen, das nicht nur die Computersimulation millimetergenau projiziert, sondern sich auch in den Arbeitsplatz Operationssaal einpasst. Und das brachte eine Vielzahl von Zusatzschwierigkeiten mit sich: Der Tricorder darf im Gedränge um den OP-Tisch nicht noch zusätzlich Platz beanspruchen, er muss komplett sterilisierbar sein und sollte sich von einem OP-Saal in den anderen transportieren lassen. Herausgekommen ist eine Hänge-Apparatur. Gleich unter der Decke sind am Trägergerüst des Tricorders vier sub-millimeter-genaue Kameras befestigt, das »Tracking-System«. Eingespielt werden Bilder, die der Computer zuvor aus verschiedenen am Patienten erhobenen Untersuchungen errechnet hat - und die sich modifizieren las-

sen, je nachdem, ob der Operateur Nervenbahnen oder Knochen sehen will. Dieses Bild wird zweifach versetzt auf einen halbdurchlässigen Spiegel projiziert. Mit seiner Brille, an der kugelförmige Marker befestigt sind, schaut der Chirurg durch diesen Spiegel hindurch auf den Kopf des Patienten, der ebensolche Marker trägt. Diese Marker sorgen dafür, dass die Projektion der Lage des Kopfes und dem Blickwinkel des Arztes ständig angepasst wird: Anhand der von den Tracking-Kameras erkannten Kugeln kann der Rechner deren genaue Position bestimmen und so die Bild-daten für die Projektion perspektivisch richtig und in Echtzeit berechnen. Auch wenn der Arzt seinen eigenen oder den Kopf des Patienten oder auch das Dis-

play zur Seite bewegt, immer liefert ihm der Rechner in Echtzeit perspektivisch korrekte Überlagerungsbilder. Das war der schweißtreibendste Teil der Arbeit, sagt Gernot Goebbels: die Genauigkeit der Projektion. In dem jetzt ausgereiften Gerät ist sie auf einen Zehntel Millimeter gewährleistet.

Operiert worden ist mit dem Tricorder in seiner jetzigen Ausführung noch nicht. Teile der Technologie haben Zeilhofer und Sader aber bereits angewendet - mit gutem Erfolg. Sie haben zerstörte Kiefer so genau nachgebildet, dass die Symmetrie in den Gesichtern der Patienten gewahrt blieb und

sie ohne Entstellung in ihren Alltag zurückkehren konnten. Das ist ein Happy End, wie es die »Wunderbrille« im realen Leben zustande bringt, ein Happy End, geboren aus dem Zusammenspiel von Medizin und Technik. Denn, so Zeilhofer, »eine technikfreundliche Medizin muss nicht menschenfeindlich sein.«

Meike Haas

**Prof. Hans-Florian Zeilhofer**  
**Hightech-Forschungs-**  
**Zentrum (HFZ) des TUM-**  
**Klinikums rechts der Isar**  
**Tel.: 089/4140-6310**  
**info@hfz.info**

## Virtuelle Simulation ist keine Hexerei



Längst hat die virtuelle Realität auch in die Medizin Einzug gehalten. Wie aber können Spezialisten, die sich an verschiedenen Orten aufhalten, gleichzeitig im virtuellen Raum eine komplizierte Operation simulieren? Mit dieser Frage befassen sich zum Beispiel Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen im Hightech-Forschungs-Zentrum (HFZ) des TUM-Klinikums rechts der Isar unter Leitung von Prof. Hans-Florian Zeilhofer. Das Foto zeigt seinen Mitarbeiter Dr. Robert Sader, der im Rahmen des Forschungsprojekts »Simulation und Training von Operationen in einer netzverteilten Virtual-Reality-Umgebung« über das Netz mit Kollegen in Berlin und Basel verbunden ist und gemeinsam mit ihnen einen virtuellen Eingriff an einem Schädel simuliert. Voraussetzung für derartige Hightech-Arbeiten in einer »netzverteilten 3D-Planungs- und Simulationsumgebung« ist die profunde »Entwicklungshilfe« von Informatikern und Mathematikern.

Foto: Thorsten Naeser

## Gefäßverkalkung wegtrainieren

Eine Stunde Bewegung auf dem Laufband pro Tag hilft gegen Atherosklerose und Gefäßeinengung. Zumindest Mäuse zeigen schon nach sechs Wochen entsprechendem Training signifikant weniger Anzeichen solcher Beschwerden. Das ist das Ergebnis einer Studie, die Prof. Martin Halle, neu berufener Ordinarius für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin der TUM, zusammen mit seiner ehemaligen Göttinger Arbeitsgruppe um Prof. Katrin Schäfer und Prof. Stavros Konstantinidis durchgeführt hat. Probanden waren »Knock-out«-Mäuse mit erhöhten Cholesterinwerten.

Interessanterweise hatte die sportliche Betätigung in dieser ersten Studie am Atherosklerose-Tiermodell keinen Einfluss auf den hohen Cholesterinspiegel der Mäuse. Vielmehr sank die Anzahl der Makrophagen (Fresszellen), die oxidiertes LDL-Cholesterin (das »schlechte« Cholesterin) phagozytiert hatten, und die Gefäßwand stabilisierte sich, weil der Anteil an Bindegewebe in der Arterienwand zunahm. Der grundlegende Mechanismus körperlichen Trainings bleibt allerdings weitgehend ungeklärt. Man vermutet, dass es sich nicht nur auf die klassischen Risikofaktoren wie zuviel Cholesterin und Blutzucker oder erhöhte Gerinnungsbereitschaft des Blutes günstig auswirkt, sondern auch einen positiven Einfluss auf andere, in diesem Zusammenhang bisher nicht beachtete Risikofaktoren wie Entzündungsfaktoren ausübt.

Diese tierexperimentelle Studie beweist erstmals, dass körperliches Training den Prozess der Atherosklerose hemmen kann; außerdem hilft sie dabei, die in großen epidemiologischen Studien gefundenen günstigen Auswirkungen körperlicher Aktivität zu erklären. Und die Mediziner sind überzeugt: Nicht nur bei Mäusen sollte körperliche Aktivität eine zentrale Rolle spielen, wenn es darum geht, Herz-Kreislaufkrankungen vorzubeugen oder krankhafte Prozesse wieder ins Lot zu bringen. Die in der Fachzeitschrift »Circulation« veröffentlichte Studie findet sich im Internet unter: [www.circ.ahajournals.org](http://www.circ.ahajournals.org)

**Prof. Martin Halle**  
**Lehrstuhl für Präventive und**  
**Rehabilitative Sportmedizin**  
**Tel.: 089/289-24430**  
**sports.medicine@web.de**