

Angehende Ärzte sollen medizinische Sachverhalte sowie diagnostische und therapeutische Arbeitsschritte in einer möglichst realen Situation lernen - am besten an Patienten oder Probanden. Da diese in vielen Fällen aber nicht verfügbar sind, greift man häufig auf anatomische Kunststoffmodelle zurück, so genannte Phantome. Solche rein passiven Plastikorgane oder künstlichen Segmente sind aber zu unflexibel, um verschiedene pathologische Fälle und patientenspezifische Merkmale zu vermitteln; auch lassen sie keinerlei Interaktivität zu. Die TUM-Wissenschaftler lösen dieses Problem, indem sie passive Phantome mit zusätzlichen technischen Komponenten versehen und sie so

Interaktive Modelle für die Medizin-Ausbildung

Technik macht Phantome fit

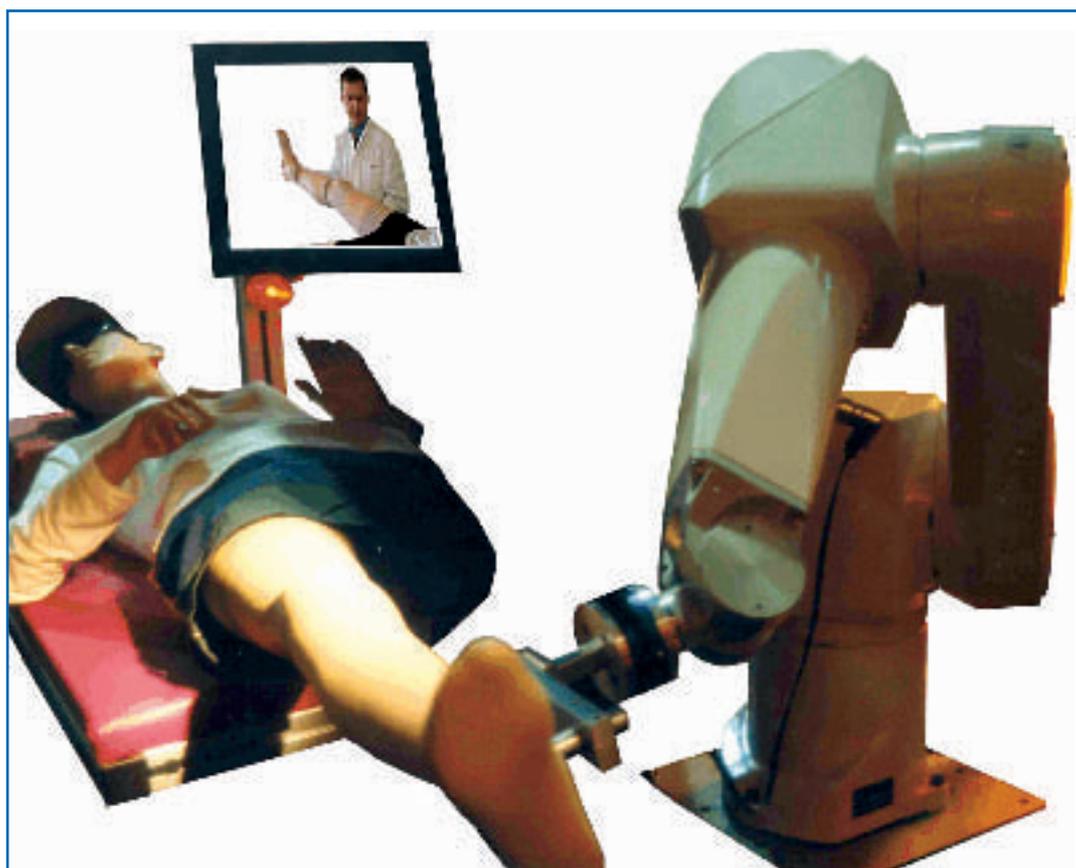
»Lebendige« anatomische Kunststoffmodelle sollen schon bald Studierenden der Medizin das praxisnahe Lernen erleichtern. Derartige Lernobjekte »zum Leben zu erwecken« ist das Ziel einer Arbeitsgruppe um Dr. Robert Riener vom Lehrstuhl für Steuerungs- und Regelungstechnik der TUM (Prof. Günther Schmidt) und Dr. Rainer Burgkart von der Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie der TUM (Prof. Reiner Gradinger).

zu Körpern oder Organen mit intelligenten Funktionen machen.

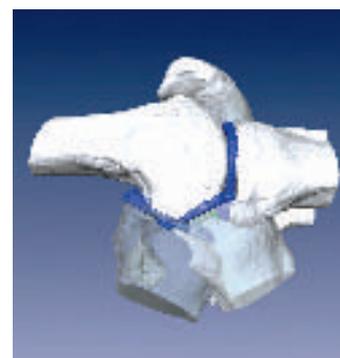
Kernkomponenten sind Sensoren, Aktoren und eine Simulationssoftware. Sie werden mit einem oder mehreren anatomiegerechten Phantomkörper zu einem

intelligenten Gesamtsystem zusammengefügt. Berührt der Medizinstudent den Phantomkörper - etwa ein künstliches Bein -, werden die Berührkräfte erfasst und in eine Signalverarbeitungseinheit weitergeleitet, die ein Simulationsmodell des virtuellen Patienten gespeichert

hat und dafür sorgt, dass sich der Phantomkörper wie ein echter Körper verhält: Das künstliche Bein beginnt sich zu bewegen, und der Student kann eine Verletzung erspüren. Zusätzlich zu dieser haptischen Komponente erlaubt ihm ein grafisches Display, die Handgriffe eines Experten zu beobachten. Synchron mit der realen Bewegung lassen sich sogar die Bewegungen und Verformungen der internen anatomischen Strukturen zeigen, was insbesondere bei verletzten Gelenken oder kranken Organen einen sehr hohen didaktischen Wert hat. Ein akustisches Display gibt dem virtuellen Patienten sogar die Möglichkeit, sich verbal zu äußern: Es schreit, wenn der



Kniesimulator: Der Unterschenkel der Patientenpuppe ist über einen Kraftsensor mit einem Roboter verbunden. Dieser sorgt für eine realistische Bewegung des Patientenbeins.



Grafische Animation von Kniebewegungen.

angehende Mediziner zu grob verfährt und Schmerzen verursacht. Außerdem macht es passive Körpergeräusche wie das »Gelenkknistern« hörbar.

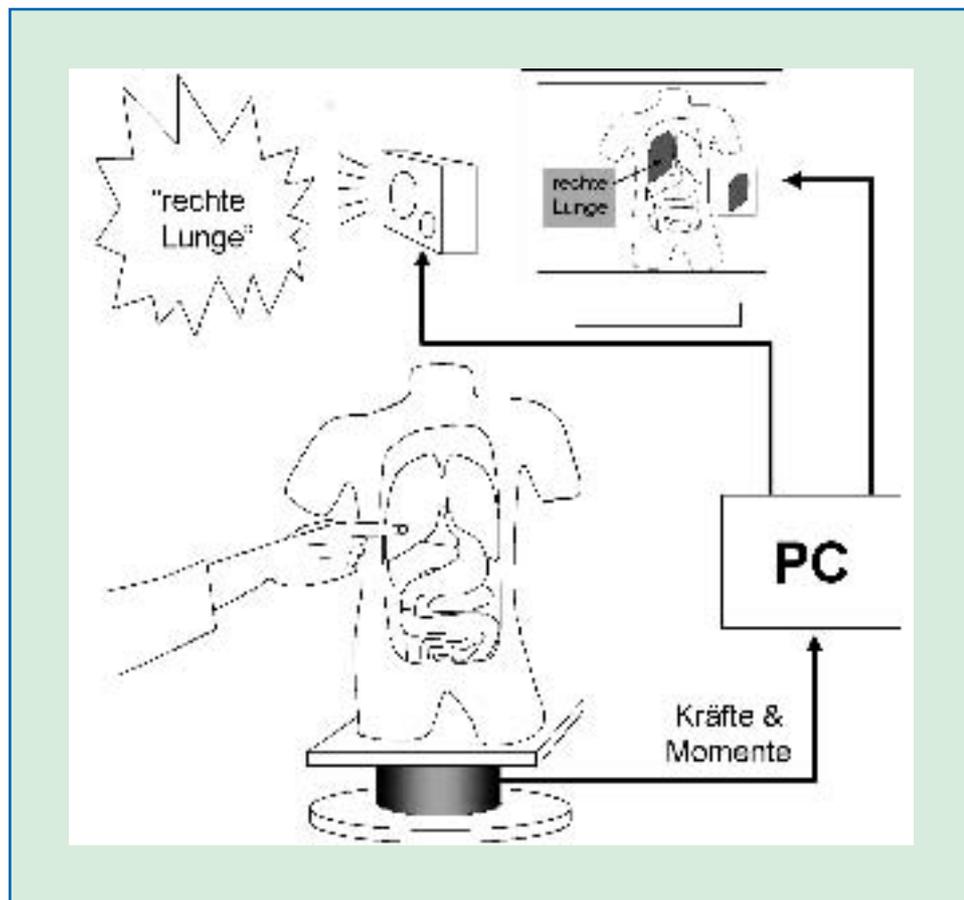
Das Anwendungsspektrum für solche »lebendigen Phantome« ist weit: Speziell für die Ausbildung künftiger Orthopäden etwa dient ein im Rahmen des Verbundprojekts »Virtuelle

Orthopädische Realität« (VOR) entwickelter Kniesimulator. An diesem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt unter Leitung von Robert Riener ist neben den beiden Einrichtungen der TUM die Firma Merzendorfer Orthopädietechnik beteiligt und für den Bau der passiven Phantomsegmente zuständig. Am Kniesimulator lassen sich über 50 verschiedene Gelenktests zur Diagnose von Knieverletzungen einüben. Dabei ist auch zu beobachten, wie sich Knochen, Meniskus und Bänder bewegen. Der »Joyntstick«, ein miniaturisierter Gelenksimulator in statischer oder beweglicher Ausführung, ist zur Navigation in Anatomieatlanten verwendbar. In Zukunft können damit nicht nur die anatomisch-funktionellen Zusammenhänge des Knies, sondern auch anderer Gelenke und Körperbereiche studiert werden. Sehr lebensnah funktioniert der Geburtensimulator, mit dem Nachwuchs-Gynäkologen unter Mitwirkung von Prof. KTM Schneider (Frauenklinik der TUM) die Gabe wehenfördernder Mittel simulieren und die Bewegung des Kindskopfes relativ zum mütterlichen Becken am Phantom und am Monitor verfolgen können. Mit jeder simulierten Wehe ändern sich Blutdruck und Atemfrequenz der Mutter sowie der Puls des Kindes, der - genau wie im Kreißsaal - hörbar gemacht wird. Ist der kindliche Kopf zu groß, kommt es zu einem Geburtsstillstand. Das Kind muss dann mit Hilfe einer Geburtszange oder Vakuumblocke aus dem Muttermund gezogen werden, was nur mit einiger Übung gelingt: Es kommt auf den

richtigen Kraftaufwand und die richtige Zugrichtung an. Ist die Extraktion geglückt, ertönt schließlich der erlösende Schrei des Kindes.

wird automatisch registriert und grafisch veranschaulicht. Schließlich lassen sich sogar passende Filmbeiträge oder grafische Animatio-

Zahnheilkunde, insbesondere Mund- Kiefer-Gesichtschirurgie der TUM, geplant. Die Liste der Anwendungen ließe sich fast beliebig fort-



Interaktiver Torso für Lern- und Demonstrationszwecke.

Anatomische Kenntnisse vermittelt ein 3D-Phantomtorso: Berührt man ihn an beliebiger Stelle, wird akustisch der Name des betreffenden Organs oder des Körperteils mitgeteilt. Gleichzeitig gibt ein Monitor den Torso als künstliches Abbild in schattierter Darstellung wieder und blendet den Organnamen ein. Selbst sehr kleine Teilstrukturen wie Blutgefäße oder Ansatzstellen von Muskeln können so sichtbar gemacht und identifiziert werden. Auch die Entnahme eines der Organe

führen, denn das Prinzip ist auf alle Situationen übertragbar, bei denen der Arzt oder das Pflegepersonal bestimmte Körperbereiche des Patienten für diagnostische oder therapeutische Zwecke berührt und bewegt.

Auch an Zahnärzte wurde gedacht: Hier leistet der »Interaktive Zahn« gute Dienste, ein Phantomzahn oder -gebiss mit Kraftsensorik und grafischem Display, an dem sich virtuell kariöse Stellen aufspüren, Löcher bohren, Zähne füllen oder ziehen, Implantate und Prothesen einbringen lassen. In diesem Bereich ist eine Kooperation mit Dr. Herbert Deppe, Privatdozent für

führen, denn das Prinzip ist auf alle Situationen übertragbar, bei denen der Arzt oder das Pflegepersonal bestimmte Körperbereiche des Patienten für diagnostische oder therapeutische Zwecke berührt und bewegt.

Robert Riener