

## INFORMATIONSTECHNOLOGIE IN DER MEDIZIN

# Der virtuelle Patient

Die computergestützte Modellierung von Patienten und Prozessen gewinnt für die medizinische Forschung und auch für die Praxis zunehmend an Bedeutung.

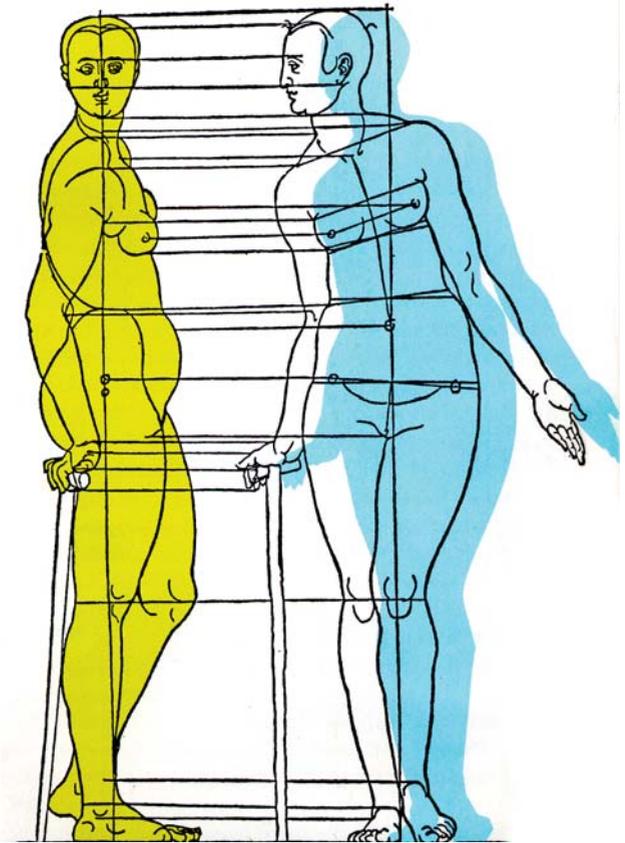
Die „Virtualisierung des Menschen“ schreitet voran: Weltweit arbeiten Forscher daran, die Funktionen und das Zusammenwirken von Zellen, Geweben, Organen und Organgruppen zu verstehen und computergestützt nachzubilden. Anfang der 90er Jahre startete das „Global Physiome Project“, in dem mathematische Modelle für biologische Organismen – vom Bakterium bis hin zum Menschen – entwickelt werden. Seit 2005 hat auch die Europäische Kommission eine ähnliche Förderinitiative zum virtuellen physiologischen Menschen gestartet ([www.vph-noe.eu](http://www.vph-noe.eu)). Diese Initiative im Rahmen des 6. europäischen Forschungsförderprogramms richtet den Fokus jedoch direkt auf die Medizin. Sie wird mit etwa 50 Millionen Euro jährlich gefördert. Und auch in Deutschland gibt es seit 2004 den Förderschwerpunkt Systembiologie, in dem beispielsweise mit dem Kompetenznetzwerk „HepatoSys“ die Simulation der Leberzellen vorangetrieben wird ([www.hepatosys.de](http://www.hepatosys.de)). Das berichtete Dr. Karl A. Stroetmann, empirica GmbH, beim 18. Dresdner Palais-Gespräch\*. Thema des interdisziplinären Diskurses von Experten aus Medizin, Computer- und Naturwissenschaften, Philosophie und Soziologie war die „Virtualisierung des Menschen“ und ihre Bedeutung für die Medizin und die Gesundheitsversorgung.

Ein weiteres Beispiel für die Nutzung von Computermodellen in der Medizin ist das Projekt „ITFoM – Information Technology Future of Medicine“ ([www.itfom.eu](http://www.itfom.eu)), das vom Berliner Wissenschaftler Prof. Dr. Hans Lehrach, Direktor am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik und Leiter des Dahlem Zentrums für Genomforschung und

medizinische Systembiologie, koordiniert wird. ITFoM zählt zu den Projekten der „FET Flagship“-Initiative der Europäischen Kommission. Darunter fallen groß angelegte, wissenschaftsgetriebene Initiativen, mit denen visionäre technologische Ziele erreicht werden sollen (FET = future and emerging technologies). Die Projekte sollen über zehn Jahre mit einem Budget von bis zu 100 Millionen Euro pro Jahr gefördert werden. ITFoM ist eines der sechs Pilotprojekte, das bis Mai 2012 zunächst mit je 1,5 Millionen Euro über zwölf Monate gefördert wird. In der zweiten Jahreshälfte 2012 werden aus den Pilotprojekten dann zwei Flagship-Projekte ausgewählt, die Anfang 2013 ihre Arbeit aufnehmen sollen.

## Individuelle Computermodelle für jeden Patienten

Bei ITFoM geht es um die datenreiche, rechenintensive individualisierte Medizin auf Basis integrierter molekularer, physiologischer und anatomischer Modelle aller Menschen im Gesundheitssystem, erläuterte Lehrach. Ziel des Projekts ist es, aus Hochdurchsatzanalysen, zum Beispiel Gesamtgenomsequenzierungen, individuelle Computermodelle („virtuelle Patienten“) für jeden Patienten im Gesundheitssystem zu entwickeln und so die medizinische Behandlung etwa durch gezieltere medikamentöse Therapien zu verbessern und langfristig auch eine kostengünstigere Gesundheitsversorgung und Prävention zu ermöglichen. „Die Hoffnung ist, dass wir mit Unmengen von Informationen sehr viel genauere Modelle vom Menschen bilden können“, sagte Lehrach. Diese Informationen sind zu komplex, als dass sie noch vom menschlichen



Gehirn verarbeitet werden könnten. Lehrach verwies auf Parallelen zum Humangenomprojekt. Dort habe man in den 90er Jahren zehn Jahre benötigt, um die Sequenz eines menschlichen Genoms zu entschlüsseln. Die Kosten dafür betragen zwischen einer und drei Milliarden US-Dollar. „Seit 2005 verzeichnen wir eine dramatische Erhöhung des Durchsatzes bei einer Verringerung der Sequenzierkosten. Jetzt können wir das Genom jedes einzelnen Patienten routinemäßig sequenzieren, und damit wichtige Informationen für die Entwicklung individualisierter Therapieansätze erhalten“, sagte der Genforscher. Er rechnet damit, dass bereits in zehn Jahren ein an die individuellen Anforderungen der Patienten angepasstes Krankheitsmanagement auf Basis des individuellen Genoms möglich ist.

Der Biologe und Philosoph Prof. Dr. Christoph Rehmann-Sutter, Universität Lübeck, verwies darauf, dass genetische Daten nicht direkt lesbar sind, sondern interpretiert werden müssen. Der „molekulare Blick“ auf den Menschen tren-

\*18. Dresdner Palais-Gespräch: Der virtuelle Mensch – Zukünftige Basis für Prävention, Diagnose und Therapie?; 5. Symposium in der Reihe: Innovationen und Visionen in der medizinischen Bildgebung, Thema „Der digitale Operationssaal – Methoden, Werkzeuge, Systeme, Applikationen“, 2. bis 3. September 2011; Info: [www.dresdner-palaisgespraeche.de](http://www.dresdner-palaisgespraeche.de)

ne Gewebe, Moleküle, Proteine und Medikation von ihren spezifischen Bezügen zu einer Erkrankung, einem Organ, einem Individuum, einer Spezies. „Das Leib-Seele-Problem stellt sich heute auf molekularer Ebene“, betonte der Experte. Das Genom als Bild beziehungsweise Modell eines Menschen sei nicht mehr zu verstehen als Programm, das determiniere, wie ein Körper sich entwickeln solle, als eine Liste von Instruktionen. Das sei die alte Vorstellung mit aristotelischem Hintergrund. „Die Bedeutung des Genomes liegt innerhalb des Interaktionssystems. Im Sinne der Systembiologie entsteht genetische Information in komplexen Interaktionen zwischen zellulären Komponenten, Strukturen, Prozessen, Umwelteinflüssen etc.“, betonte Rehmann-Sutter. Die ethisch relevanten Konsequenzen daraus für Diagnostik und Prognostik seien

noch auszuloten. Im Hinblick auf individuelle genetische Risiken gehe es künftig um Wahrscheinlichkeit und Suszeptibilität statt um Prädisposition und Anlage. In der Anthropologie werde die Auslegung des Verhältnisses zwischen Genom und dem Selbst des Menschen zum Thema.

### **Modelle mit medizinischen Abläufen verknüpfen**

Nach Prof. Dr.-Ing. Heinz U. Lemke (Los Angeles, USA, Technische Universität Berlin) spielen IT-Modelle in der Medizin, vor allem in der Radiologie und in der kardiovaskulären und onkologischen Chirurgie, zunehmend eine Rolle, weil sie Reproduzierbarkeit ermöglichen. Medizin als Wissenschaft der Ungewissheit benötige Modelle zur Reproduzierbarkeit. Es gehe darum, den Arzt mit Modellen zu unterstützen – weg von „Trial and Error“,

hin in Richtung auf eine individualisierte Medizin. Diese umfasst nach Lemke nicht nur Pharmakogenetik, sondern Diagnostik und Therapie am Patienten insgesamt einschließlich seiner Umgebung – also etwa auch Geräte und Personal einer Einrichtung. „Es sind viele Informationsentitäten, die zur Virtualität des Patienten gehören“, betonte Lemke. Das Ziel sei, so viel wie möglich vom Patienten zu erfassen, zu strukturieren, in einem patientenspezifischen Modell zusammenzufassen und diagnostische und therapeutische Prozesse damit zu verknüpfen.

Eine solche umfassende integrierte Modellierung einer medizinischen Situation ist ohne informationstechnische Verfahren nicht möglich. Dies spiegelt sich zunehmend auch in den Konzeptionen für den digitalen Operationssaal wider (*Kasten*). ■

*Heike E. Krüger-Brand*