

**Mit Bio-Modellierung Leben retten und bessere Produkte schaffen:**

# Kunststoffbasierendes naturnahes Übungsobjekt

Um Neurochirurgen die Möglichkeit zu geben, heikle operative Eingriffe am Patienten bestmöglich vorbereitet vorzunehmen, entwickelte Dr. Priv.-Doz. Gabriele Sturm, Leiterin der neurochirurgischen Abteilung der oberösterreichischen Landesnervenklinik Wagner Jauregg, eine Methode zur Simulation zerebraler Aneurysmen als dreidimensionale Biomodelle. Deren Herstellung aus Daten von bildgebenden Diagnoseverfahren mittels eines Polyjet Matrix 3D-Druck-Systems ist Gegenstand der Kooperation mit Prof. DI Dr. mont. Zoltan Major vom Institute of Polymer Product Engineering der Johannes-Kepler-Universität Linz. Sie wurde um die Wirbelsäulen-Modellierung erweitert, die der Vorbereitung von Bandscheibenoperationen dient und zudem wertvolle Erkenntnisse zur Polymer-Produktentwicklung liefert.

**A**ufgabe der Neurochirurgie als medizinisches Fachgebiet ist die operative Behandlung von Verletzungsfolgen, Erkrankungen und Fehlbildungen des Nervensystems. Dazu gehören die Aneurysma genannten Erweiterungen von Arterien im Gehirn an Abzweigstellen durch Veränderung der Gefäßwand. Diese können mit Klammern von ihrer Versorgung abgeschnitten und dadurch unschädlich gemacht werden. Eine heikle Prozedur mit einer langen Zange, ausgeführt durch eine kleine Öffnung in der Schädeldecke. Klemmt man zu zaghaf, kann das Aneurysma wieder nachwachsen oder platzen, die Folge wäre eine Gehirnblutung. Zu weit hinten geklemmt, wird leicht das gesunde und lebensnotwendige Gefäß totgelegt. Zudem sollte es nicht zu Beschädigungen der umgebenden Gehirnmasse kommen, an der vorbei sich die Behandelnden zur eigentlichen Operationsstelle vorarbeiten müssen.

### Reduzierte Trainingsmöglichkeiten

Allerdings kommen Aneurysmen in ihren einfacheren Formen heute durch



1

**1** Das eigentliche Gehirnaneurysma mit zu- und abführenden Gefäßen wird als Elastomer-Hohlkörper erzeugt.

**2** Mit dem in den Gefäßbaum eingefügten Modell-Aneurysma entsteht eine realistische Operationssimulation. Sie wird bereits in der weiterführenden Facharztausbildung eingesetzt

**3** Die Klammer bleibt am Einsatzort zurück. Nur exakt an der Nahtstelle zwischen Originalgefäß und Erweiterung gesetzt, verhindert sie verlässlich deren Nachwachsen, ohne die Arterie zu beschädigen.

alternative Behandlungsmöglichkeiten praktisch nicht mehr auf den OP-Tisch der Neurochirurgen. „Damit fiel auch das früher gängige Übungsfeld für neurochirurgische Eingriffe weg, denn ohne Probemöglichkeit sofort die komplizierteren verbleibenden Fälle anzugehen, würde eine erhebliche Gefahr für den Patienten darstellen“, sagt Dr. Gabriele Wurm.

Die Privatdozentin leitet als Primaria die Abteilung für Neurochirurgie an

der Wagner Jauregg Nervenlinik Linz. „Während Piloten und Lokführer am Simulator üben, ehe sie im realen Transportmittel Verantwortung über Passagiere übernehmen dürfen, lernen wir Neurochirurgen bis heute fast ausschließlich am lebenden Patienten.“ Dazu kommt die Schwierigkeit vieler Menschen, aus von bildgebenden Diagnoseverfahren wie der Computertomographie gelieferten, zweidimensionalen Schichtbildern eine räumliche Vorstellung aufzubauen.



2



3

### Naturnahe Übungsobjekte

Zur Verbesserung der Ausbildungsmöglichkeiten, aber auch zur Unterstützung erfahrener ÄrztInnen in der Operationsvorbereitung, bemüht sich Dr. Wurm bereits seit fünfzehn Jahren um die Entwicklung brauchbarer Modelle des zu behandelnden Gewebes und seiner Umgebung. Erste Erfolge erzielte sie 1999 mit Stereolithografie-Modellen, die bis 2004 →

TEUFELBERGER

## TECHNOLOGIEN DIE BEWEGEN



UMREIFUNGSBÄNDER & ERNTEGARNE  
STAHLSEILE FÜR KRANE & SEILBAHNEN  
FASERSEILE & PERSONENSICHERUNG  
COMPOSITE BRAIDING



TEUFELBERGER Ges.m.b.H., Vogelweiderstraße 50, 4600 Wels, Austria, T +43 7242 413-0, E mailbox@teufelberger.com, www.teufelberger.com

durch Umstellung des Bildgebenden Verfahrens optimiert wurden. Sie werden hergestellt, indem ein lichthärtendes flüssiges Harz mittels Laser Schicht für Schicht fixiert wird.

„Ein bedeutender Schritt in die richtige Richtung, aber wegen des recht spröden Materials wiesen die Modelle noch nicht die gewünschte Naturnähe auf“, fand Dr. Wurm und machte sich auf die Suche nach besser entsprechenden Verfahren. Immerhin war bis dahin die Erzeugung gültiger virtueller 3D-Geometrien als Input für den Modellbau befriedigend gelöst.

### Durchbruch mit 3D-Druck

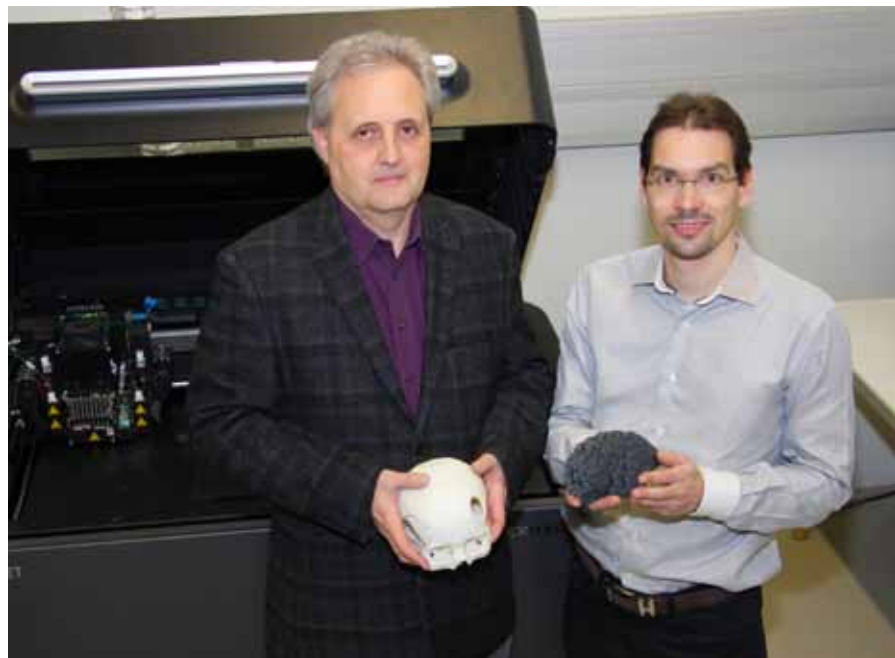
Der Durchbruch gelang durch den Umstieg auf klassischen 3D-Druck. Damit ist es möglich, mit Kunststoffmaterialien unterschiedlicher Härte zu arbeiten. „Das von uns verwendete Multimaterial-3D-Drucksystem arbeitet mit UV-Vernetzung des Kunststoffs und gestattet sowohl den simultanen Aufbau heterogener Strukturen aus unterschiedlichen Werkstoffen als auch das Erzeugen von Verbundwerkstoffen



Nach Versuchen mit Stereolithografie entstehen heute die Modelle des Schädels und der zerebralen Blutgefäße aus unterschiedlichen Materialien im 3D-Druck.

der gewünschten Härte durch digitale Mischung während des Produktionsvorganges“, erklärt Prof. DI Dr. mont. Zoltan Major vom Institute of Polymer Product Engineering der Johannes-

Kepler Universität Linz, der wesentlich an diesem Erfolg beteiligt war. „Schädelkapsel und Schädelbasis werden aus einem knochenähnlichen Material nachgebaut, die Gehirngefäße in einem deutlich weicheren Material.“



„Aktuell arbeiten wir an noch realistischeren Modellen, die zusätzlich das umgebende Hirngewebe enthalten.“

**Prof. DI Dr. mont. Zoltan Major vom Institute of Polymer Product Engineering der Johannes- Kepler Universität Linz (links), hier mit seinem Assistenten DI Martin Reiter vor dem verwendeten Multimaterial-3D-Drucksystem.**

### Grenzen der Materialhärte überwinden

Das eigentliche Gehirnaneurysma mit zu- und abführenden Gefäßen wird als Elastomer-Hohlkörper erzeugt und zur Übungsvorbereitung in den Gefäßbaum eingefügt.

Diese realistische Operationssimulation eignet sich ideal für die Operationsvorbereitung und wird bereits in der weiterführenden Facharztausbildung eingesetzt. Aktuell arbeiten Dr. Wurm und Dr. Major an der zusätzlichen Darstellung des Hirnparenchyms, also des umgebenden Gewebes auf dem Zugangsweg. „Zu diesem Zweck untersuchen wir eine neue Technologie aus Ostasien, die es erlaubt, aus gallertigem Material an der Grenze zur Flüssigkeit dreidimensionale Strukturen zu schaffen“, bestätigt der Kunststoff-Experte. Zusätzlich zur andauernden Weiterentwicklung der realen Modelle führt Dr. Wurm in Zusammenarbeit mit der Abteilung für Medizininformatik der RISC Software GmbH Untersuchun-

gen zur Schaffung eines reinen Softwaremodells durch. Dieses soll mit einem Datenhandschuh und einer eigens dafür zu entwickelnden Software die virtuelle Simulation operativer Vorgänge ermöglichen.

### Bandscheibe als Vorbild

Als weiteres Anwendungsgebiet der 3D-Drucktechnik erstreckt sich die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen Neurochirurgie und Polymer-Produktentwicklung auf die Nachbildung von Wirbelsäulensegmenten mit Bandscheibenvorfall. „Die Herausforderung bestand in erster Linie daraus, den hoch komplexen Aufbau der Bandscheiben zu verstehen und nachzubilden“, sagt Dr. Major.

Als Mehrfach-Verbund ist die Bandscheibe schichtenförmig aus Laminatschichten mit kreuzweise verspleißten Langfasern als Ring um einen Gel-Kern aufgebaut, der seinerseits von kurzen Kollagenfasern durchzogen ist. „Zusätzlich zur Unterstützung der me-



“Während Piloten und Lokführer am Simulator üben, ehe sie im realen Transportmittel Verantwortung über Passagiere übernehmen dürfen, lernen wir Neurochirurgen bis heute fast ausschließlich am lebenden Patienten.

**Priv.-Doz. Prim. Dr. Gabriele Wurm – Leiterin der Abteilung für Neurochirurgie an der Nervenklinik Linz**

dizinischen Forschungen von Primaria Dr. Wurm zur Weiterentwicklung von Operationsmethoden können wir so auf unserem eigenen Gebiet Fort-

schritte erzielen, indem wir der Natur abgeschauten Strukturen zur Entwicklung intelligenter Dämpfungssysteme nutzen.“

#### Johannes Kepler Universität Linz

**Univ.-Prof. DI Dr. mont. Zoltan Major**  
**Institut für Polymerforschung**  
**Product Engineering**  
 zoltan.major@jku.at

Altenbergerstraße 69, Science Park 2,  
 Zimmer: 0175, A-4040 Linz  
 Tel.+43 732-2468-6590  
 www.jku.at/ippe

#### LNK Wagner Jauregg

**Prim. Doz. Dr. Gabriele Wurm**  
**Leiterin der**  
**Neurochirurgischen Abteilung**  
 gabriele.wurm@gespag.at

Wagner Jauregg-Weg 15  
 A-4020 Linz  
 Tel. +43 732-6921-25900  
 www.wagner-jauregg.at



## Werden Sie Teil des POLOPLAST-Teams!

Bei POLOPLAST haben Sie die Chance, in einem dynamischen, innovativen Umfeld zu arbeiten und es erwartet Sie ein sehr gutes Betriebsklima. Wenn Sie eine neue berufliche Herausforderung suchen und den Erfolgsweg von POLOPLAST mitgestalten möchten, freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

**POLOPLAST GmbH & Co KG**  
 A-4060 Leonding . Österreich  
 Poloplast-Straße 1  
 T +43 (0) 732 . 38 86 . 0 . F +43 (0) 732 . 38 86 . 9  
 office@poloplast.com  
 www.poloplast.com

**POLOPLAST ist ein international tätiges Unternehmen und führender Anbieter von Kunststoffrohrsystemen und Compounds.**

www.poloplast.com

**poloplast**