

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

Die Medizintechnik erschließt sich neue Welten

Mit neuen Verfahren in der additiven Fertigung können Silikon-Organmodelle hergestellt werden, die für mehr Qualität in der Arztbildung und bei Operationen sorgen.

Von Thomas Tjiang

NÜRNBERG. Es ist ein ehrgeiziges Projekt, an dem der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) der Uni Erlangen-Nürnberg derzeit mittüfelt. Für handamputierte Menschen in den Weltregionen mit schwach entwickeltem Gesundheitssystem soll eine steuerbare Handprothese entwickelt werden, die bereits für 200 US-Dollar zu haben sein soll. Ziel des FAPS ist es, eine additiv gefertigte mechatronische Handprothese mit optimiertem Kosten-Nutzen-Verhältnis zu entwickeln, die zugleich etwa robust, individualisierbar und kosteneffizient ist.

Das Beispiel zeigt: Das sogenannte additive Fertigungsverfahren, bei dem aus einem 3-D-Drucker Schicht für Schicht zu einem Objekt aufgetragen wird, stößt angesichts der vielfältigen Anwendungen in immer neue Bereiche vor. Die Branche verbucht über alle Anwendungssparten hinweg jährliche Wachstumsraten von rund 30 Prozent, auch wenn der weltweite Umsatz für das Jahr 2015 erst auf 4,5 Milliarden Euro taxiert wurde. Doch die Pio-



In der Medizintechnik werden 3-D-Drucker eine Reihe neuer Möglichkeiten eröffnen.

Foto: Christian Platz - dpa

nierarbeit an dem dreistufigen Verfahren aus Datenaufbereitung, dem schichtweisen Aufbau eines Objekts und der Nachbereitung schafft immer neue Anwendungen. Verarbeitet werden Kunststoffe, Metalle oder Verbundwerkstoffe.

In der Medizintechnik können etwa in der Facharztbildung bessere Übungsmöglichkeiten für Behandlungstechniken realisiert werden. An einfachen Modellen wie Schweinen oder Leichen wurde früher geübt, weiß FAPS-Ingenieurin Hannah Riedle. Heute würden etwa Augenoperationen an virtuellen Systemen geübt. Auch haptische Modelle, teils noch handgefertigt oder als simples Modell aus dem 3-D-Drucker, gehören in die Ausbildungspraxis.

Die Einschränkungen, erklärt Riedle, lägen etwa in der fehlenden „standardmäßigen automatisierten Fertigung von weichen Modellen“. Sie forscht an biomechanischen, physischen Weichgewebemodellen für die chirurgische Simulation. Aus medizinischen Bilddaten lässt sich ein digitales Modell erstellen, aus dem dann mithilfe eines Silikon-3-D-Druckers weiche und elastische Modelle gefertigt werden. Dies geschieht in einem Kooperationsprojekt mit Wacker Chemie, die unter der Marke ACEO ein eigenes 3-D-Druckverfahren für sogenannte Elastomere entwickelt hat. Diese Biomodelle lassen sich etwa anhand von Kernspintomografie-Daten auch als „exakt patientenindividuelle Nachbildungen“ herstellen.

Für ein gewünschtes virtuelles Modell etwa von einer Leber oder einer Aortenklappe können die Daten aus den medizinischen Untersuchungsdaten segmentiert werden. Dank verbesserter Verfahren können auch durch Oberflächenscans digitale anatomische Modelle wie etwa ein Ohr erstellt werden. Aus diesem Modell kann ohne den Umweg über eine Gussform direkt über eine additive Fertigung ein Silikonabbild produziert werden. Abschließend lassen sich die biomechanischen Eigenschaften, etwa bezüglich Härte oder Verformung, überprüfen.

„Blutgefäße, Herz, Milz und andere Organe lassen sich theoretisch plastisch und dreidimensional meist bereits in Originalgröße drucken“, unterstreicht Riedle. Mittlerweile lassen

sich auch Organe mit einer komplexen Innenstruktur als Biomodell drucken. Das klingt einfacher, als es ist. Die gesamte Prozesskette mit vielen Schnittstellen muss abgestimmt und die heute noch unterschiedlichen Datenformate müssen gewandelt und für den 3-D-Druck aufbereitet werden.

Während für die Chirurgenausbildung generische Modelle gefragt sind, kann sich ein Arzt mit individuellen Versionen besser auf eine konkrete OP vorbereiten. Er kann am Silikonmodell seine Schnitte planen, Nähte vorbereiten und mögliche Komplikationen ausloten. Am Ende kann in der Regel besser operiert werden, die OP-Zeiten, die schon mal mit 2000 Euro je Stunde zu Buche schlagen können, können kürzer werden. Das entlastet die knappen Krankenhausressourcen und spart den Krankenkassen bares Geld. Letztlich kann auch der Patient von einer verständlicheren Aufklärung vor einem Eingriff profitieren. Statt den Erklärungen des Arztes am Bildschirm zu folgen, können an dem eigenen Lebermodell Krankheit und Operationsziel veranschaulicht werden. Trotz hoher Erwartungen für die Medizintechnik weiß Riedle aber auch: „Additive Fertigung ist keine Allzweckwaffe.“ Ihre Stärke liege in komplexen Organstrukturen etwa mit Hohlräumen. Auch zu der Modellfertigung von individuellen Modellen und Prothesen mit der Stückzahl eins gebe es praktisch keine Alternative. Ohne individuelle Implantate aus dem 3-D-Drucker etwa für den Mund beziehungsweise Gesichtsbereich konnte früher nur aus mehreren kleinen Platten die Wunschform so gut wie möglich zusammengestückt werden.

INTERVIEW

Gespräch mit Christopher König, Mitbegründer und technischer Geschäftsführer des Nürnberger Technologie- und Entwicklungsdienstleisters Dreigeist

Eine passende Lösung für fast jedes Problem

Herr König, wie entwickeln sich aktuell die verschiedenen 3-D-Druckverfahren in der Medizintechnik?

Christopher König: Es werden momentan die verschiedensten Verfahren entwickelt. In der Medizintechnik ist das selektive Laserschmelzverfahren vor allem in Verbindung mit metallischen Werkstoffen für künstliche Knie- oder Hüftgelenke bereits weit verbreitet. Kunststoff ist etwa für den Dentalbereich oder Hörgeräte nach wie vor groß im Kommen. Da geht es um biokompatible Materialien, die sich etwa mit menschlichen Schleimhäuten gut vertragen. Das Computer Aided Tissue Engineering, auch als Bioprinting bekannt, ist eher noch in den Forschungs- und Entwicklungslabors anzusiedeln, die Technik ist schon sehr weit, hier geht es jetzt um konkrete Anwendungen.

Kommen beim Bioprinting am Ende in der Tat Körperteile oder Organe heraus?

Stellen Sie sich den Druckkopf von einem 3-D-Biplotter des Herstellers EnvisionTEC wie eine ganz feine Spritze vor, mit der minimale Mengen Gewebe oder eine Stützstruktur, auf der Gewebe wachsen kann, schichtweise aufgetragen werden. Damit erzeuge ich ein dreidimensionales Bauteil. Die Anwendungsmöglichkeiten sind breit, ein Beispiel ist die Dermatologie. Hier kann man künstliches Hautgewebe wachsen lassen, um es für dermatolo-



„Für einen Arzt ist es wahnsinnig schwierig, sich in Software für so eine Konstruktion im dreidimensionalen Raum einzuarbeiten. Ein Arzt braucht ganz andere Softwarewerkzeuge als ein Ingenieur.“

Christopher König

gische Tests einzusetzen. So spart man sich Tierversuche oder auch Menschenversuche. Wenn es die künstliche Haut juckt, juckt es mich nicht. Eine andere Anwendung wären funktionelle elektronische Bauteile, die in einen Organismus – Mensch oder Tier – implantierbar sind. Naheliegender wäre beispielsweise ein Blutzuckermessgerät, das bei zu hohen oder zu niedrigen Werten zunächst den Patienten selbst warnt. Die operative Gesichtskonstruktion mithilfe von 3-D-gedruckten Knochenstrukturen aus dem 3-D-Bioprinter ist eine weitere Anwendung, die bereits ausgelotet wird.

Wie stark hapert derzeit noch der Technik- und Anwendungstransfer hin zu Kliniken und Praxen?

Von Plug-and-play ist man noch weit entfernt. Ein großes Problem ist die Barriere zwischen Medizin und Engineering. Für einen Arzt ist es wahnsinnig schwierig, sich in Software für so eine Konstruktion im dreidimensionalen Raum einzuarbeiten. Ein Arzt braucht ganz andere Softwarewerkzeuge als ein Ingenieur. Außerdem geht der 3-D-Druck in der Medizintechnik immer stärker in Richtung Individualmedizin. Jeder Mensch, der Hilfe sucht, hat ein eigenes Problem und für jedes Problem gibt es eine Lösung. Wenn ich zehn medizinische Lösungen brauche, benötige ich andererseits auch zehn Engineering-Lösungen, in Summe also 20. Deshalb beschäftigen wir uns auch damit, diese

Komplexität zu reduzieren und alles unter einen Hut zu bringen.

Sehen die traditionellen Spritzgusshersteller die neuen Möglichkeiten der additiven Fertigung eher als Ergänzung oder als Bedrohung?

So und so. Da gibt es die einen, die sich kategorisch gegen die additive Fertigung stellen, weil sie befürchten, dass die neue Industrie ihre eigene ablösen wird. Das ist meiner Meinung nach Schwachsinn. Es wird immer Produkte geben, bei denen Spritzgussverfahren viel mehr Sinn machen, allein schon bei größeren Stückzahlen. Die andere Fraktion der Spritzgießer öffnet sich dieser Technologie und versucht, Lösungen zu finden, um die Technologie für ihre Prozesse zu nutzen. Das Potenzial dieser Anwendung des 3-D-Drucks ist immens.

Wie sieht das in der Praxis aus?

Angenommen, ich habe ein Bauteil, für das die konventionelle Spritzgussform 10000 Euro kostet. Ich kann bei dieser Spritzgussform die eigentliche Formfläche, auf der das Bauteil entsteht, herausnehmen und damit aus der Spritzgussform ein Stammwerkzeug machen. Die Formfläche ersetze ich durch eine im 3-D-Drucker hergestellte Formfläche, in die das zu druckende Bauteil gespritzt wird. Durch diesen Einsatz aus 3-D-Druck-Material kann ich insgesamt zwischen 80 und 90 Prozent der Formkosten sparen. Zu-

sätzlich spielt hier auch noch der Faktor Zeit eine wichtige Rolle. Während ein konventionelles Formwerkzeug aus Stahl oder Aluminium auch schon mal sechs bis acht Wochen Lieferzeit bedeutet, kann man quasi über Nacht einen neuen Formensatz drucken. Änderungen am Werkzeug – der Altbau jedes Spritzgießers – verlieren ihren Schrecken.

Wie wichtig sind Kooperationen, um das Innovationstempo zu halten?

Bei der derzeitigen Entwicklungsgeschwindigkeit der unterschiedlichen 3-D-Verfahren halte ich es für mehr als sinnvoll, sich zu vernetzen und Synergien aus Kooperationen zu nutzen. Leider sehe ich öfter Berührungspunkte unterschiedlicher Industrien untereinander. Wir arbeiten zum Beispiel gern mit einem technischen Kunststoff, der für den Einsatz im Dentalbereich entwickelt wurde, jedoch irrsinnig gute strukturelle Eigenschaften besitzt. Damit kann man oft problemlos die mechanischen Anforderungen aus Maschinenbau oder Automotive erfüllen. Diesem Kundentypus sollte man jedoch lieber nicht verraten, dass es sich um ein Dentalmaterial für Beißschienen handelt. Der Automotive-Mensch bekommt die Krise, obwohl man eine erstklassige technische Lösung anbietet. Da brauchen wir ein offeneres Denken.

Interview und Foto: Thomas Tjiang