

## Was mikroformatiger 3D-Druck heute bereits leistet

Was trägt Mikro 3D-Druck dazu bei, neue Produkte zu entwickeln, die Herstellung zu beschleunigen und die Kosten zu begrenzen? Wie profitiert die medizinische Forschung von der neuen Technologie? Dies zeigen die folgenden drei Beispiele.



Der Mikro-3D-Drucker bewährt sich im täglichen Einsatz für Prototyping und Produktion, Bilder © BMF

Erfolgreiche Anwendungsbeispiele aus der Zelltherapie, Diagnostik, der Gewebeerzeugung und anderen Gebieten zeigen, was schon heute mit dem neuen Verfahren der Präzisionsmikro-Stereolithografie (PµSL) von Boston Micro Fabrication (BMF) möglich ist.

### Projektionsmikro-Stereolithografie

Das von Boston Micro Fabrication (BMF) entwickelte und angewandte Verfahren der Projektionsmikro-Stereolithografie (PµSL) ermöglicht den 3D-Druck von Bauteilen in einer Auflösung von 2 µm und einer Maßstabstreuung von ±10 Mikrometer. Die nach dem PµSL-Verfahren arbeitenden 3D-Drucker verbinden die Vorteile des Digital Light Processings (DLP) und der Stereolithografie und heben sich dadurch von anderen Technologien ab.

Boston Micro Fabrication  
www.bmf3d.com

### Funktion

Bei PµSL löst ein Blitz von ultraviolettem Licht bei einer Auflösung im Mikrobereich die schnelle Photopolymerisation einer ganzen Schicht von Kunstharz bei ultra-hoher Genauigkeit, Präzision und Auflösung aus, die man mit anderen Technologien nicht erreichen kann. Kombiniert mit präzisen elektrischen Antrieben, fortschrittlichen Kalibrierungseinrichtungen und robusten Linearführungen ermöglichen die Drucker eine wiederholbare Qualität bei hohen Geschwindigkeiten. Dies zeigen die folgenden Anwendungsbeispiele aus verschiedenen Bereichen der Medizintechnik und der medizinischen Forschung.

### Beispiel 1: Nähgerät

#### Mikro-3D-Druck optimiert Nähgerät für minimalinvasive Chirurgie

Die minimalinvasive Chirurgie führt zu kürzeren Rekonvaleszenzzeiten, besseren Heilungsergebnissen und weniger Komplikationen. Doch noch gibt es nicht genug Instrumente für diese sehr präzisen Eingriffe auf engstem Raum. Deshalb entwickelte das bei Colchester in England ansässige Unternehmen Sutruie ein minimalinvasives Nähgerät speziell für die Schlüsselloch-Chirurgie, für laparoskopische und robotergestützte Eingriffe. Bisher gab es kein Instrument, das den geringen

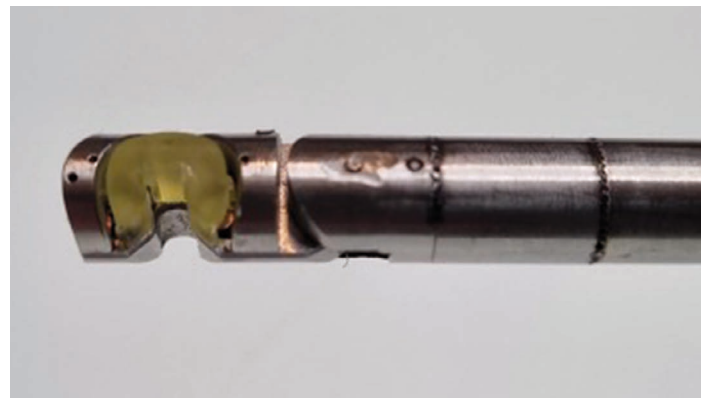
Durchmesser von nur acht Millimetern erreicht.

Nach jahrelangen Forschungen und Experimenten hatte Alex Berry, Gründer und technischer Leiter von Sutruie, ein Handgerät entwickelt, das automatisch eine Nähnadel mit Faden durch das Gewebe und wieder in das Gerät zurückführt. Die Nadel dreht sich dabei auf einer festen Bahn aus dem Gerät heraus und wieder hinein, während sie auf der dritten Achse waagrecht bleibt. Die Spitzen des Geräts wurden als Prototypen aus Stahl gefertigt, was einen erheblichen Zeitaufwand bedeutete und Änderungen am Design erschwerte.

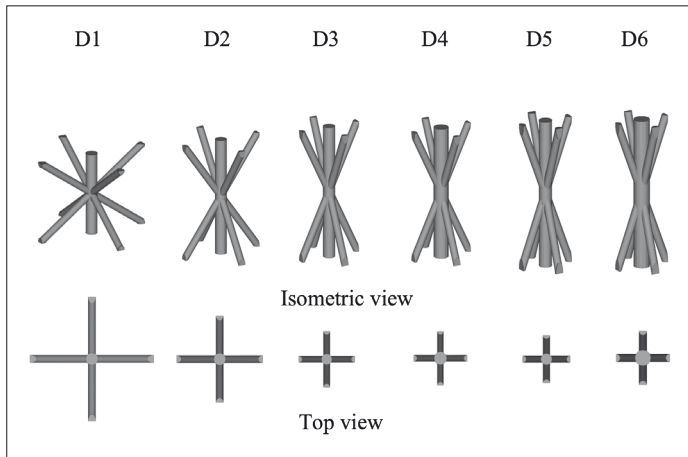
### Prototyping eines wichtigen Bauteils

Doch eine der wichtigsten Komponenten der Spitze musste aktualisiert werden, um die Stabilität der Nadelführung zu verbessern. Eine maschinelle Bearbeitung des Teils hätte die Erprobung des Produkts um mehrere Monate verzögert, erhebliche Kosten verursacht und keinen Spielraum für verschiedene Varianten gelassen.

Der 3D-Druck des zu ersetzenden Teils ermöglichte es dem Team, verschiedene Versionen zu testen und in kurzem Zeitrahmen verschiedene Toleranzen zu prüfen. Außerdem konnte das Team bei 3D-Druck auch die Ästhetik berücksichtigen und die Teile in zwei verschiedenen



Sutruies Nähgerät enthält eine aus Stahl gefräste Spitze und eine 3D-gedruckte Nadelführung.



## Unterschiedliche Metamaterial-Architekturen mit Einheitszellen

Farben drucken lassen. „Dank der Genauigkeit der Mikro 3D-Drucker von BMF konnten wir drei verschiedene Teile ausprobieren, um die ideale Lösung zu finden. Nun funktioniert unser Gerät wie geplant, ohne die Kosten und die Zeitverzögerung für eine maschinelle Bearbeitung“, erklärt Alex Berry. „Die von BMF gedruckten Teile entsprechen dem Design und sind durchweg präzise.“

## Beispiel 2: Sehnen- und Bändergewebe

**New York University  
Abu Dhabi:**

### Sehnen- und Bändergewebe aus biokompatiblen Materialien

Die Entwicklung von Sehnen- und Bändergeweben aus biokompatiblen Materialien stellt Forscher vor chemische, biologische und mechanische Herausforderungen. Schwere Verletzungen, die eine Reparatur von Sehnen und Bändern erfordern, kommen recht häufig vor. Doch zur Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit sind besondere Materialien erforderlich. Nikos Karathanasopoulos und Oraib Al-Ketan von der New York University in Abu Dhabi suchen nach Metamaterialien zur Wiederherstellung von Gewebe und Bändern, die den mechanischen Eigenschaften des ursprünglichen Gewebes nahekommen. Diese müssen bei normaler Belastung stabil und bei Scherbelastung weich sein und sich viel stärker zusammenziehen, als herkömmliche technische Materialien.

### Additive Fertigung von Metamaterial-Architekturen?

Karathanasopoulos und Al-Ketan suchten nach Lösungen, um sechs

verschiedene Metamaterialarchitekturen additiv zu fertigen und zu testen. Mit dem microArch S240 von Boston Micro Fabrication konnten sie Metamaterial-Architekturen in Größen herstellen, die Merkmale in der Größenordnung von Zehntel- $\mu\text{m}$  und Gesamtprobenlängen in der Größenordnung von mm erfordern. Nachdem sie mehrere Drucker ausprobiert hatten, fanden sie den microArch S240. Dieser 3D-Drucker konnte die Proben mit der höchstmöglichen Genauigkeit in den erforderlichen Größen herstellen. Zu den gedruckten Teilen gehörten diagonale Streben-elemente mit Durchmessern in der Größenordnung von 50  $\mu\text{m}$ .

Die 3D-gedruckten Proben zeigten eine sehr gute Reproduzierbarkeit, was die Robustheit des Systems für die untersuchten Metamaterialarchitekturen in den angegebenen Maßstäben belegt. Die Maße der gedruckten Proben lagen im Bereich der in nativen Geweben auftretenden Abmessungen.

Es wurden Metamaterialien identifiziert, die eine beträchtliche Normalsteifigkeit entlang der ursprünglichen Belastungsrichtung des Gewebes, einen geringen Scherwiderstand und eine Poissonzahl von weit über eins bei moderaten relativen Dichtewerten aufweisen - eine Kombination, die in der Restaurationspraxis sehr wünschenswert ist. Es wurden Materialien identifiziert, die bis zu 18-mal steifer sind, wenn sie normal belastet und nicht gesichert werden, was weit über die Grenzen isotroper, üblicher technischer Materialien hinausgeht, die ein Verhältnis von Normal- zu Scherbelastung von drei nicht überschreiten.

## Beispiel 3: Mikronadeln

### ImcoMED:

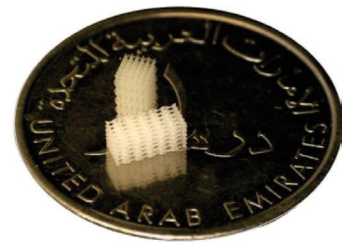
#### Hautkrebs-Behandlungsnadeln

ImcoMED entwickelt ein Gerät für die Behandlung von Hautkrebs, das Mikrofluidik und Mikronadeln kombiniert. Diese M-Duo-Technologie des Unternehmens basiert auf zwei sehr kleinen Nadeln, die extrem nah beieinander arbeiten. Eine Nadel injiziert Trägerflüssigkeit, die andere saugt sie ab. Dabei werden der interzellulären Flüssigkeit in diesem Bereich alle löslichen Krebszellsignale und Mikrovesikel entzogen. Die Herausforderung bestand darin, ein Teil mit hoher Genauigkeit und Präzision herzustellen, das die beiden Nadeln in einem präzisen Abstand hält.

Boston Micro Fabrication analysierte die Anforderungen und stellte fest, dass ihr 3D-Drucker microArch S240 die gewünschten Teile mit der erforderlichen Genauigkeit herstellen kann. Er druckt in 10- $\mu\text{m}$ -Schichten auf Basis der P $\mu$ SL-Technologie den Deckel mit zwei Röhren, welche die Nadeln in Position halten. Die Kanäle von 100  $\mu\text{m}$  weisen Abstände zwischen 20 und 40  $\mu\text{m}$  auf. Noch befindet sich das Einweg-Gerät in der Entwicklungsphase – aber es ist bereits geplant, die aus biokompatiblen Material gedruckten Deckel in der Serienproduktion zu verwenden.

### Die zwei wichtigsten Trends im 3D-Druck

Wie die Anwendungsbeispiele zeigen, öffnet mikropräziser 3D-Druck bereits heute einen kosteneffektiven Weg zur Miniatur-

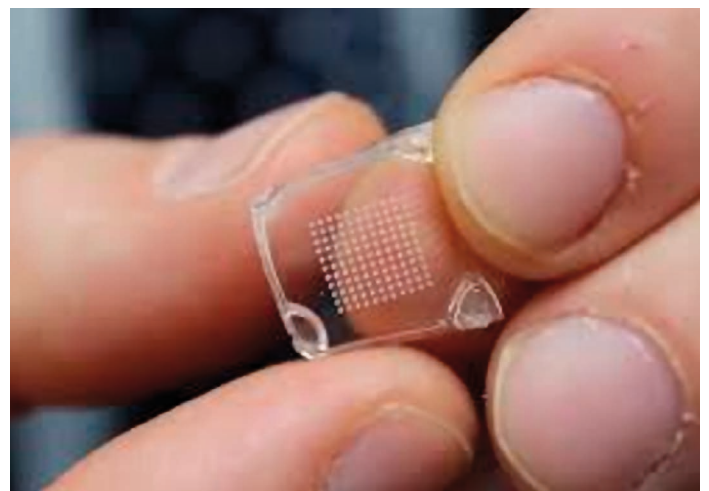


### 3D-gedruckte Gewebe- und Bänder-Metamaterial-Architektur

risierung von medizintechnischen Komponenten. Für die Zukunft zeichnen sich zwei Trends ab:

„Je kleiner ein Teil ist, desto schwieriger wird es, es auf konventionelle Weise herzustellen“, sagt John Kawola, CEO von Boston Micro Fabrication. Der 3D-Druck wird immer mehr zur richtigen Lösung für solch komplizierte Anforderungen werden, solange die hergestellten Teile den hohen Anforderungen an Genauigkeit, Festigkeit und Materialeignung genügen. Doch auch die Wirtschaftlichkeit und der Bedienkomfort müssen stimmen.

„Ein zweiter Trend beim 3D-Druck geht zur Serienfertigung“, meint Kawola, Das Bauvolumen der 3D-Drucker von BMF liegt bei vergleichsweise geringen 100 mal 100 Millimetern. „Dennoch passen Hunderte von Mikroteilen auf eine Bauplatte. Dies ist der goldene Mittelweg zwischen Effizienz und Produktivität. Eine Maschine, die 10.000 dieser kleinen Teile in einem Monat herstellen kann, wird für Produktionskunden rentabel und attraktiv.“ ◀



Die Klammer positioniert zwei Mikronadeln in genauem Abstand an dem Einweg-Gerät zur Behandlung von Hautkrebs von IMcoMED