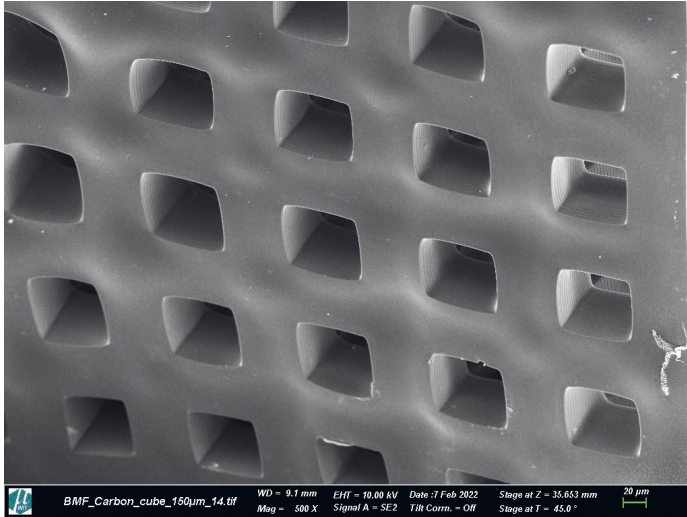
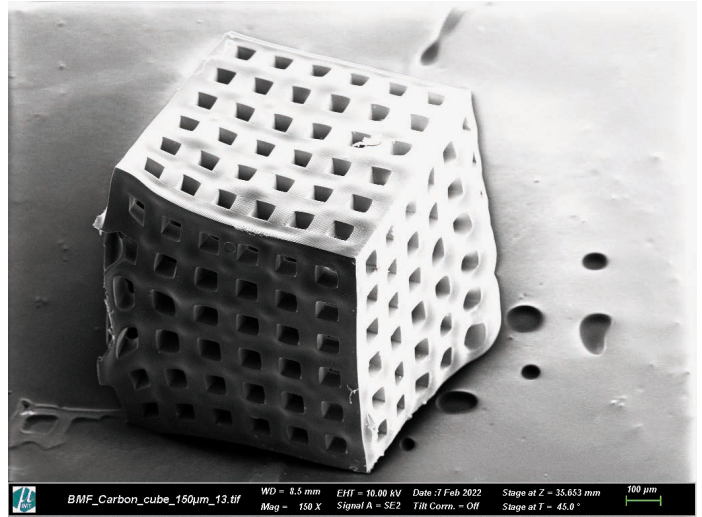


## Was Mikro 3D-Druck in der Medizintechnik möglich macht

Fünf Beispiele



**3D-gedruckte Kohlenstoff Mikrogitter-Architektur bei 150-facher Vergrößerung**



**Mit dem microArch S130 konnte Dr. Islam einen 1,3 x 1,3 x 1,3 mm großen Würfel drucken.**

Medizinische Geräte werden kleiner, individueller und komplexer. Was kann Mikro 3D-Druck dazu beitragen, Produkte zu entwickeln, die Herstellung zu beschleunigen und die Kosten zu begrenzen? Erfolgreiche Anwendungsbeispiele zeigen, was mit der Präzisionsmikro-Stereolithografie (PµSL) von Boston Micro Fabrication (BMF) möglich ist.

### Mikro-3D-Druck

Medizinische Geräte werden kleiner, teurer in der Montage und werden häufiger mit kollaborierender Robotik eingesetzt. Die Miniaturisierung, die Kosten für die Montage und die Komplexität der Konstruktion von Werkzeugen für Diagnose- und Operationsroboter sind Herausforderungen, denen sich Konstrukteure medizinischer Geräte heute stellen müssen. Bauteile, die im Kunststoff-Spritzgießen und der CNC-Bearbeitung hergestellt werden, verursachen hohe Werkzeugkosten und lange Vorlaufzeiten. Dies rechnet sich nur bei hohen Stückzahlen. Mikro-3D-Druck dagegen wird oft für Prototypen und kleine Mengen von Versuchsteilen verwendet. Inzwischen ist die Technologie jedoch soweit fortgeschritten, dass kleine Serien in hervor-

ragender, zulassungsfähiger Qualität produziert werden können. Dies gilt besonders für eine neues Verfahren, die Projektionsmikro-Stereolithografie.

### 1. Kohlenstoff-Strukturen zur Gewebezüchtung

Am Karlsruher Institut für Technologie in Karlsruhe wurden Kohlenstoffstrukturen 3D-gedruckt, um anpassbare Gerüste für die Züchtung von Gewebe zu schaffen. Dazu wird glasartiges Kohlenstoffmaterial benötigt, das durch 3D-Druck eines Vorläufers und anschließende Karbonisierung erzeugt wird. Der verwendete 2-µm-3D-Drucker microArch S130 von BMF war in der Lage, die Gerüste mit komplexeren inneren Strukturen und engen Toleranzen mit sehr hoher Auflösung zu drucken. Unter Verwendung des HTL-Harzes von BMF im microArch S130 karbonisierten die 3D-gedruckten Vorstufen anschließend nahtlos. Darüber hinaus verfügte der 3D-Drucker über ausreichend hohe Auflösung in einer für die 3D-Zellbesiedlung geeigneten Längenskala. „Kohlenstoff ist ein interessantes Material mit einzigartigen Eigenschaften, sagt Dr. Monsur Islam, Projektleiter im KIT.

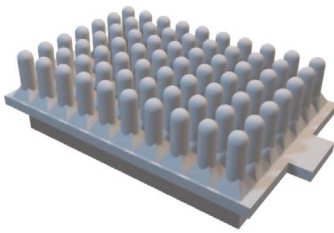
### 2. Sehnen- und Bändergewebe aus biokompatiblen Materialien

New York University Abu Dhabi: Die Entwicklung von Sehnen- und Bändergeweben aus biokompatiblen Materialien stellt Forscher vor chemische, biologische und mechanische Herausforderungen. 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 nahe-

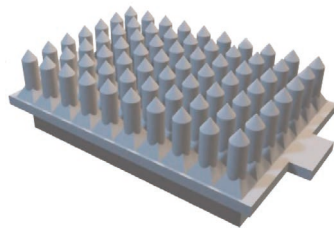


**Mit dem microArch S240 von Boston Micro Fabrication hergestellte Metamaterial-Strukturen, die Merkmale in der Größenordnung von Zehntel-µm enthalten.**

Autorin:  
Laura Galloway  
Marketing Director  
Boston Micro Fabrication  
www.bmf3d.com



**Modelle der zylindrischen Hydrowells**



**Modelle der trichterförmigen Hydrowells**

kommen. 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 einem Millimeter mm enthalten. Zu den gedruckten Teilen gehörten diagonale Streben mit Durchmessern in der Größenordnung von  $50\ \mu\text{m}$ . Dabei wurden Materialien gefunden, die bis zu 18-mal steifer sind, wenn sie normal belastet und nicht geschert werden, was weit über die Grenzen isotroper technischer Materialien hinausgeht.

### 3. Hautkrebs-Behandlungsnadeln

IMcoMED entwickelt ein Gerät für die Behandlung von Hautkrebs, das Mikrofluidik und Mikronadeln kombi-



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

niert. 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.

Mit dem 3D-Drucker microArch S240 wurden die gewünschten Teile hergestellt. Das System druckt den Deckel mit zwei Röhren, welche die Nadeln in Position halten in  $10\text{-}\mu\text{m}$ -Schichten. 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.

### 4. Hydrowells für Zellkulturen

Forscher des Buchmann-Instituts für Molekulare Biowissenschaften an der Goethe-Universität in Frankfurt am Main benutzen den microArch S140 von Boston Micro Fabrication (BMF), um miniaturisierte Gefäße, genannt Hydrowells, für die Kultivierung von zellulären Sphäroiden herzustellen. Die Arbeit war Teil des SHAPE-Experiments (Spheroid Aggregation and Viability in Space), das vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) unterstützt wird und an Bord der Internationalen Raumstation (ISS) durchgeführt wird.

Für das Mikrogravitationsexperiment SHAPE wurden speziell konstruierte Hydrowells aus Agarose, einem Polysaccharid mit trichterförmigem Eingang, zylindrischem

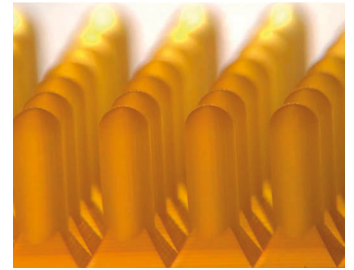
Querschnitt und einem U-förmigen, konischen oder abgestumpften unteren Abschnitt benötigt.

„Die mit BMF-Druckern hergestellten Mikroformen haben eine hervorragende Auflösung und Oberflächenbeschaffenheit“, sagt Dr. Francesco Pampaloni, Teamleiter an der Goethe-Universität Frankfurt. „Das ermöglicht die Herstellung von qualitativ hochwertigen Hydrozellen, die zuverlässig Sphäroide mit einer gleichmäßigen Größe produzieren.“ Der verwendete microArch S140 druckt mit einer optischen Auflösung von  $10\ \mu\text{m}$  und kann Teile mit einer Oberflächengüte von  $0,4\text{-}0,9\ \mu\text{m Ra}$  (oben) und  $1,5\text{-}2,5\ \mu\text{m Ra}$  (Seite) herstellen.

### 5. Uteroskop von RNDR Medical

RNDR Medical hat ein neuartiges Einweg-Uteroskop für die Endourologie entwickelt. Es wird zur Visualisierung, Diagnose und Behandlung bei Erkrankungen der Harnwege, wie Nierensteinen und Urothelkarzinomen eingesetzt. Das Uteroskop ist mit einer hochauflösenden Digitalkamera und Beleuchtung ausgestattet, die eine direkte Visualisierung der Anatomie ermöglichen.

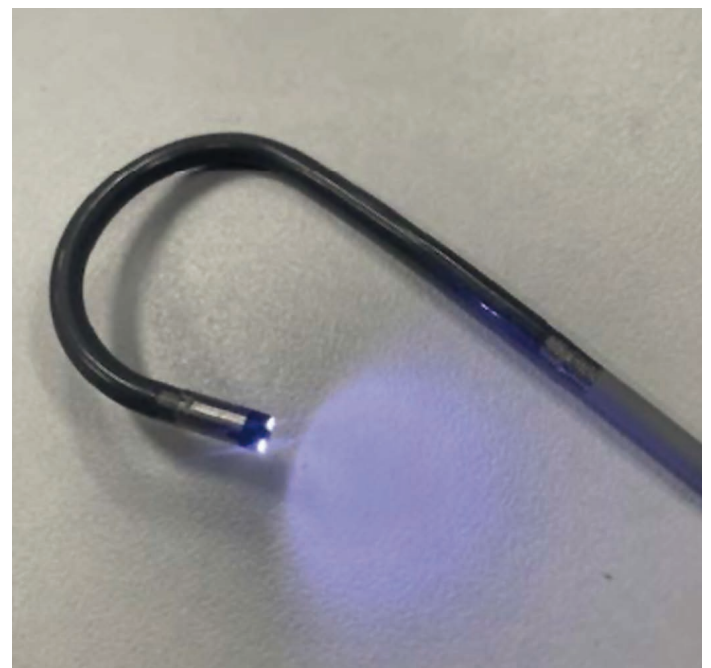
Die Mikropräzisions-3D-Drucker der microArch-Serie von BMF ermöglichten eine schnelle,



**Aus dem BMF-Material HT200 mit einem microArch S140 3D-gedruckte Hydrowells**

iterative Entwicklung der distalen Spitze in einer frühen Projektphase. Damit ließ sich der Entwicklungszeitplan erheblich verkürzen, die Kosten für die teuren Mikrobearbeitungen der Prototypen und das Mikrospritzgießen wurden eingespart. Die Geschwindigkeit und Flexibilität des BMF-Drucksystems war für das Entwicklungsteam von großem Vorteil, um mit minimalem Zeit- und Kostenaufwand ein optimales Design zu finden.

Außerdem hielt das BMF-Material dem Testprogramm des Bauteils so gut stand, dass die additive Fertigung auch für erste Produktionsmengen verwendet wird. Inzwischen stellt RNDR bis zu 500 Einheiten der Uteroskop-Spitzen in einer einzigen Charge her. ◀



**Die distale Spitze des neuartigen Uteroskops mit einem Durchmesser von 3,302 Millimetern enthält eine Kamera, eine Lichtquelle und verschiedene Kanäle..**