


## 3D-Druck von biokompatiblen Silikonem

## Herstellung von Silikonprothesen mittels additiver Fertigungstechnologien

Seit geraumer Zeit gibt es einen enormen Entwicklungsschub im Bereich der Generativen Fertigungsverfahren, wozu auch der relativ bekannte 3D-Druck mit Kunststoffen im so genannten FDM-Verfahren gehört. Fast täglich kommen weitere Innovationen, seien es schnellere Verfahren mit verbesserten Ergebnisqualitäten oder neue Materialien, hinzu. [1][2]

stamos  braun  
prothesenwerk

Seit gut einem Jahr kooperieren die Dresdner Firma stamos + braun prothesenwerk gmbh und das Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der Technischen Universität Dresden (IFTE), um diese Fertigungsverfahren für die Herstellung von Prothesen und Prothesenteilen zu nutzen. Dazu muss man wissen, dass die hochwertigen und individuell gestalteten Prothesen von Stamos & Braun aus einem medizinisch verträglichem Silikon bestehen und in einem sehr aufwendigen Handwerksprozess so verarbeitet werden, dass im Ergebnis die künstlichen Teile vom Original kaum noch zu unterscheiden sind (Bild 5). Diese ausgezeichnete Qualität findet bei den Patienten großen Zuspruch. Die

Arbeitsgruppe „Feinwerktechnische Konstruktionen und Systeme“ am IFTE arbeitet schon einige Zeit an neuen gerätetechnischen Lösungen für additive Technologien zur Nutzung für Spezialanwendungen [3][4][5]. Die dabei entstandenen Geräte und Erfahrungen waren die Basis für diese Kooperation mit dem Ziel, die komplizierten und aufwendigen Prozesse der Erstellung von Prothesenteilen oder ganzen Prothesen zu beschleunigen.

Um den 3D-Druck für Silikonanwendungen zu nutzen, mussten eigene Entwicklungen angestrengt werden, da diese Technik nicht käuflich zu erwerben ist. Zahlreiche Untersuchungen zum Werkstoffverhalten und zur automatisierten Verarbeitung von Silikonem wurden durchgeführt und mit konstruktiven Ideen zur Gestaltung der notwendigen Technik umgesetzt. Auf den ersten erfolgversprechenden Ergebnissen (Bild 1) aufbauend, folgten verschiedene Variantenuntersuchungen zur Innenstrukturierung von 3D-Silikonbauteilen, um Massereduzierungen und anisotropes Verformungsverhalten zu erreichen. Dafür wurden verschiedene Geometrien von Gitterstrukturen, auch in Kombination mit anderen Materialien, getestet (Bild 2).



Bild 1

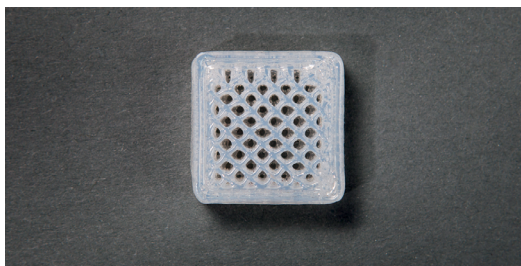


Bild 2



Bild 3

Als spezifischer Anwendungsfall galt das Problem der großen Masse und der problematischen Aufnahme von Scherkräften bisheriger Silikonvorfußprothesen. Für eine erste Vorfußprothese (Bild 5+6) wurde ein spezielles Silikonpolster entwickelt und hergestellt. Geschlossene Strukturen mit Innenraumfüllungen unter 40 % sind dabei möglich. Hierbei konnte die Masse des neuen Polsters um 70 Prozent gegenüber dem bisher verwendeten Gelkissen reduziert werden. Aufgrund der einstellbaren Steifigkeit der Struktur gelang es auch, das Abrollverhalten des Stumpfes wesentlich zu verbessern, was für den Patienten zu einem besseren Tragekomfort führt und als sehr angenehm eingestuft wurde (Bild 6).

Die Kooperation auf diesem Gebiet konnte auch auf die Herstellung von Handprothesen ausgeweitet werden. Hier kam ein speziell entwickelter Kombinationsdruck zum Einsatz, der gleich mehrere Vorteile bietet. Der genutzte Kunststoff ahmt künstliche Knochen nach und verbessert damit die Haptik und Steifigkeit der Prothese. Durch eine geringe



Bild 4

Innenraumfüllung des Kunststoffknochens wird auch die Masse reduziert. Mit Hilfe konstruktiver Ideen konnten Gelenke eingebaut werden, wodurch die Prothese weitere Funktionen erhält (Bild 4).

Der nächste Schritt der Entwicklung ist die farbliche Anpassung des genutzten Silikons an die Farbe des Vorbildes. Erste Ergebnisse stimmen sehr erwartungsvoll.

Die bisher erreichten Ergebnisse sind jetzt schon für die Branche spektakulär. Erstmals wurde von der stamos + braun prothesenwerk gmbh auf der Fachverbandstagung der Orthopädiertechnik in Bamberg im Oktober 2015 auf die neuen Entwicklungen hingewiesen, was eine erhebliche Nachfrage nach den neuen Möglichkeiten zur Folge hatte. Stamos und Braun beteiligte sich ebenso an der internationalen Fachmesse „Arab Health“ im Januar 2016 in Dubai und konnte so der internationalen Fachwelt und der sächsischen Staatsregierung ihre Ergebnisse präsentieren. Weitere Ergebnisse wurden Anfang Mai 2016 auf der Messe „OTWorld“ in Leipzig vorgestellt. ■

[1] <http://www.3ders.org/index.html>

[2] <https://www.trinckle.com/blog/marktstudie-fur-3d-druck/>

[3] Uhlmann, U.: Entwicklung einer sensorgesteuerten Dispensvorrichtung. Studienarbeit TU Dresden 2016. Kruse, J.: Entwicklung einer innovativen Technologie zur effektiven Fertigung von Prothesenteilen. Studienarbeit TU Dresden 2015. <http://www.ifte.de/forschung/FWT-konstruktionen/index3D-Druck>

[4] Böhme, M.: Optimierung der mechanischen Eigenschaften von mittels 3D-Druck erzeugten Objekten. Diplomarbeit TU Dresden 2015.

[5] Günther, L.; Reifegerste, F.; Nagel, T.: Entwicklung eines Gel-Druckers für biologische Anwendungen. TU Dresden 2015.



Bild 5



Bild 6

Foto (1-6): Matthiaspopp.com

## Kontakt

stamos + braun prothesenwerk  
gmbh

Christoph Braun  
Arnoldstraße 18d  
01307 Dresden

Tel.: +49 351 5637 9796

[christoph.braun@prothesenwerk.com](mailto:christoph.braun@prothesenwerk.com)

<http://prothesenwerk.com>