



## Funktionale Beschichtungen mittels Plasmajet auf 3D-gedruckten Polymerstrukturen

T. Neubert<sup>1</sup>, V. Zeren<sup>1</sup>, C. Steinberg<sup>1</sup>, M. Thomas<sup>1</sup>, F. Schlüter<sup>2</sup>, M. Cámara Torres<sup>3</sup>, P. Scopece<sup>4</sup>, Steffen Howitz<sup>5</sup>, K. Lachmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fraunhofer Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, Braunschweig; <sup>2</sup>Fraunhofer-Institut für Holzforschung WKI, Braunschweig; <sup>3</sup>Institute for Technology-Inspired Regenerative Medicine, Maastricht; <sup>4</sup>Nadir S.r.l., Venedig; <sup>5</sup>Gesellschaft für Silizium-Mikrosysteme mbH, Radeberg

[thomas.neubert@ist.fraunhofer.de](mailto:thomas.neubert@ist.fraunhofer.de)

Ein innovativer Ansatz zur medizinischen Behandlung von fehlenden Knochenfragmenten ist die Implantation von 3D-gedruckten porösen Gerüststrukturen, sogenannte Scaffolds, aus biologisch abbaubaren Polymeren auf der Basis von Polyethylenoxidterephthalat-Polybutylenterephthalat-Copolymer, kurz: PEOT-PBT. In den Hohlräumen der individuell gefertigten Strukturen können sich neue Knochenzellen aufbauen, während die Struktur selbst mit der Zeit im Körper abgebaut wird. Um die Adhäsion und das Wachstum der neu gebildeten Knochenzellen auf der Scaffoldoberfläche zu verbessern, wurde im EU-Projekt „FAST“ ([project-fast.eu](http://project-fast.eu), grant agreement No 685825) untersucht, wie die Polymerscaffolds während des 3D-Druckvorganges mittels chemischer Gasphasenabscheidung (PECVD) beschichtet und deren Oberflächenchemie modifiziert werden können. Zum Einsatz kam hierfür am Fraunhofer IST ein auf einem Roboter montierter Atmosphärendruckplasmajet. Hiermit wurde der Einfluss wichtiger Prozessparameter (duty cycle, Substrattemperatur, Arbeitsgasfluss, Strukturichte) auf die Schichtabscheidung für verschiedene Precursoren untersucht.

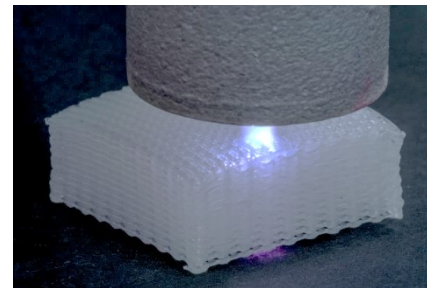


Abbildung 1: Plasmajet bei der Beschichtung eines Polymergerüsts

Wichtige Ergebnisse der Untersuchungen waren Erkenntnisse über das Aufwärmverhalten der Polymerstrukturen durch den Plasmajet bei der Beschichtung. Hier zeigte sich, dass der Beschichtungsprozess kompatibel zu dem 3D-Druckprozess durchgeführt werden kann. Mittels Aminopropyltrimethoxysilan (APTMS) als Precursor konnten zudem Schichten mit nukleophilen Gruppen abgeschieden und durch Derivatisierung mit 4-(Trifluoromethyl)benzaldehyd (TFBA) nachgewiesen und vermessen werden. Hier scheinen insbesondere niedrige duty cycle-Werte (zwischen 5-20%) und moderat erhöhte Substrattemperaturen (um 70°C) vorteilhaft zur Erzielung hoher nukleophiler Gruppendichten zu sein. Mit Mischungen aus Maleinsäureanhydrid (MSA) und Vinyltrimethoxysilan (VTMOS) als Precursorgas konnten ferner Schichten mit elektrophilen Gruppen abgeschieden werden. Hier spielt insbesondere das Mischungsverhältnis von MSA und VTMOS eine wichtige Rolle für die Stabilität der Schichten in wässrigen Medien. Der Prozessgasfluss und der Winkel des Plasmajets zur Scaffoldstruktur haben außerdem einen großen Einfluss auf das Eindringverhalten der Beschichtung in die porösen Scaffoldstrukturen. Besiedlungsversuche von beschichteten Polymeroberflächen mit Stammzellen (hMSCs) zeigten ein deutlich verbessertes Zellwachstum für die APTMS-Beschichtungen im Vergleich zu unbehandelten Polymeroberflächen.