

Projekt

Erforschung der photonischen Verfahren RAMAN und OCT als nicht invasive und markerfreie Inprozesskontrolle von 3D-gedruckten bioabbaubaren Polyestern und Hydrogelen (PhotonControl)

Koordinator:

Prof. Dr. Jürgen Groll
Universitätsklinikum Würzburg
Pleicherwall 2
97070 Würzburg
Tel.: +49 931 201-73510
E-Mail: juergen.groll@fmz.uni-wuerzburg.de

Projektvolumen:

ca. 240.000 € (Förderquote 100%)

Projektlaufzeit:

01.05.2017 bis 31.10.2019

Projektpartner:

➔ Universitätsklinikum Würzburg, Würzburg

Wissenschaftliche Vorprojekte – Erkenne die Anfänge: Wer frühzeitig innovative Ideen testet, ist später ganz vorn dabei!

Grundlage technologischer Innovationen sind der Entdecker- und Erfindergeist des Menschen. Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung erschließt der menschlichen Erkenntnis permanent vormals unbekannte und unverstandene Wirkungsweisen der Natur. Viele dieser naturwissenschaftlichen Erkenntnisse lassen sich für technische Zwecke nutzen. Mit der Förderinitiative „Wissenschaftliche Vorprojekte (WiVoPro)“ innerhalb des Förderprogramms Optische Technologien verfolgt das Bundesministerium für Bildung und Forschung das Ziel, diejenigen neuen Erkenntnisse aufzugreifen, die mittelfristig eine Verwertbarkeit für neue Technologien versprechen. Beispiele hierfür sind die Quantenoptik oder photonische Metamaterialien, die gerade beginnen, der reinen Grundlagenforschung zu entwachsen und Potenziale für konkrete Anwendungen aufzeigen.

Neue Ergebnisse der Grundlagenforschung sind hinsichtlich ihres späteren Marktpotenzials oft kaum zu beurteilen. Es besteht somit die Notwendigkeit, durch wissenschaftlich-technische Vorarbeiten eine Grundlage zu schaffen, die eine Bewertung ermöglicht, welches Potenzial in der neuen Erfindung bzw. der neuen wissenschaftlichen Erkenntnis tatsächlich steckt. Oft muss dabei schnell reagiert werden, denn je früher den interessierten Unternehmen die Bedeutung des neuen Themas plausibel gemacht werden kann, desto eher werden diese in das neue Thema investieren und versuchen ihre Marktchancen zu nutzen. Wissenschaftliche Vorprojekte leisten somit einen wichtigen Beitrag zu einem schnellen Transfer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse in innovative Produkte.

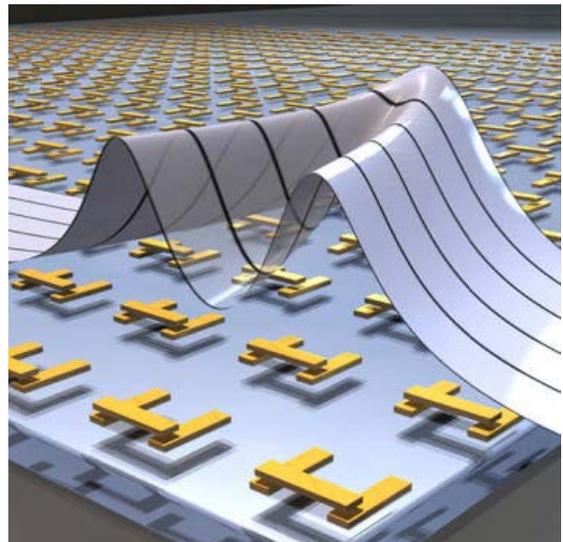


Bild 1: Photonische Metamaterialien (Quelle: Uni Stuttgart)

Ersatz für zerstörtes Gewebe aus dem 3D-Drucker

Sogenannte generative Fertigungsverfahren wie der 3D-Druck gewinnen rapide an Bedeutung für die Herstellung von Bauteilen, insbesondere für die Fertigung kleiner Stückzahlen und komplexer Geometrien. Diese Technologie hält auch verstärkt Einzug in die Herstellung von individualisierten Orthesen und Implantaten, momentan noch vor allem für dentale und skelettale Anwendungen. Über die reine Herstellung von zellfreien Bauteilen und Implantaten hinaus ergeben sich vielfältige neue Möglichkeiten in der Gewebezüchtung und der regenerativen Medizin.

In klassischen Verfahren der Gewebezüchtung werden 3D-Gerüste mit Zellen besiedelt, um daraus Ersatz für irreparabel geschädigtes Gewebe reifen zu lassen. Die Besiedelung erfolgt dabei ohne Kontrolle der räumlichen Anordnung der Zellen innerhalb des Gerüsts. In der sogen. Biofabrikation werden mittels 3D-Drucktechniken aus Zellen und Gerüstmaterialien zusammen Strukturen erzeugt, die dem natürlichen Gewebe im Aufbau nachgeahmt sind. Dadurch soll eine schnellere und bessere Ausbildung von funktionalem menschlichem Gewebe erreicht werden.

Die Biofabrikation steckt als Forschungsfeld aber noch in den Kinderschuhen. Dem hohen Potenzial hinsichtlich des 3D-Druckes von Geweben und Organen und ersten Erfolgen mit einfachen Strukturen stehen grundlegende Probleme wie z.B. eine geringe Zahl 3D-Druck-geeigneter zellfreundlicher Materialien gegenüber. Daneben fehlt es derzeit an Methoden zur Charakterisierung der Strukturen sowohl direkt während des Drucks als auch während der Gewebereifung.

Qualitätskontrolle für künstliche Gewebeimplantate mit optischen Methoden

Neben der Suche nach biokompatiblen, 3D-druckbaren Materialien für immer feinere Strukturen ist die Qualitätskontrolle während des Druckprozesses eine große Herausforderung. Diese Messungen müssen dabei zerstörungs- und markerfrei, d.h. ohne Verwendung chemischer Farbstoffe erfolgen, damit die Gewebeimplantate noch für eine spätere Transplantation in den Patienten geeignet sind. Die Hauptanforderungen sind nicht primär kurze Messzeiten oder hohe Auflösung, sondern die Erfassung relevanter struktureller (z.B. mechanische Festigkeit der gedruckten Struktur) und (bio-) chemischer Informationen (z.B. Zellvitalität).

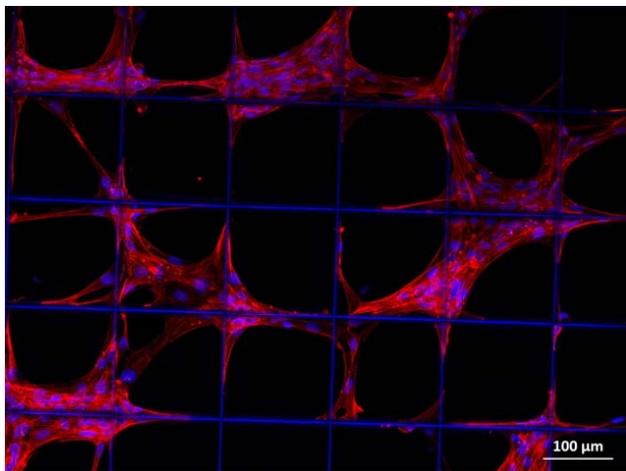


Bild 2: Vorläuferzellen des Stütz- und Bindegewebes (z.B. Knochen, Knorpel, Muskel, Bändern, Sehnen) auf einem Konstrukt aus biologisch abbaubarem Kunststoff. (Quelle: Universitätsklinikum Würzburg)

Hierfür eignen sich die optische Kohärenztomographie (OCT) und die Raman-Spektroskopie (RAMAN). Beide Verfahren sind markerfrei und nicht invasiv, d.h. sie schädigen das Gewebe nicht. In ihren Eigenschaften sind sie komplementär: OCT ermöglicht eine strukturelle Bildgebung in Echtzeit und kann mechanische Eigenschaften quantitativ messen; RAMAN liefert molekulare Informationen zur (bio-) chemischen Charakterisierung dreidimensionaler Gewebestrukturen. Ziel des Projekts PhotonControl ist daher die grundlegende Erforschung der Kombination der optischen Verfahren OCT und RAMAN zur Inprozesskontrolle beim 3D-Druck von Gewebemodellen und -implantaten.