

Direkte Ansteuerung einer Selective Laser Melting Maschine zur Produktion von Hounsfield Unit basiert modellierten Knochenersatzmaterialien

Baumann Denise

Life Science Technologies, Medizinaltechnik

Hochschule für Life Sciences FHNW, 4132 Muttenz

KURZZUSAMMENFASSUNG

Um die Akzeptanz von Implantaten zu erhöhen, können nicht nur deren Form, sondern auch deren biomechanischen Eigenschaften, an die Gegebenheiten des patienteneigenen Knochens angepasst werden. Begünstigt wird dies dadurch, dass die Hounsfield-Unit (HU) Werte, wie sie in Computertomografischen Daten vorliegen, mit den mechanischen Eigenschaften des Knochens korrelieren. Am IMA (Institut für Medizinal- und Analysetechnologie) besteht eine Software-Lösung, die die Einrechnung von Strukturen unterschiedlicher mechanischer Eigenschaften basierend auf dazu korrelierenden HU-Werten in Implantate ermöglicht. Die berechneten komplexen und anisotropen Gitterstrukturen können mittels neuer Methoden wie Selective Laser Melting (SLM) produziert werden. Da die dazu notwendige Datenaufbereitung mit kommerzieller Software sehr aufwendig oder teilweise unmöglich ist, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Add-On zur bestehenden Software entwickelt, das die Einrechnung von Strukturen ermöglicht, die ohne weitere Programme in einem baufähigen und für die SLM Maschine lesbaren Format ausgegeben werden können. Die damit gebauten Strukturen haben Dimensionen (Strebenbreite <math><300\mu\text{m}</math>), die durch bisher verwendete Methoden nur schwierig oder nicht erreichbar sind.

EINLEITUNG

Zum bestehenden Java basierten Software Modul zur Visualisierung und Verarbeitung medizinischer Daten des IMA, das die Hounsfield-Unit (HU) basierte Einrechnung von

Einheitszellen in Implantate ermöglicht, wurde ein Add-On entwickelt. Die damit berechneten Gitterstrukturen wurden mittels der Selective Laser Melting Maschine SLM 250HL (SLM Solutions) ausgestattet mit Titanpulver (cp Grade 2, Partikelgröße 10µm bis 60µm) produziert.

RESULTATE

Das programmierte Add-On erlaubt die Hounsfield-Unit (HU) basierte Einrechnung von neu entworfenen Einheitszellen in Implantatvolumen. Die berechneten Strukturen sind so definiert, dass sie direkt vom Add-On als Maschinendatei im Common Layer Interface extended Format ausgegeben und in einer Selective Laser Melting Maschine gebaut werden können.

verschiedenen HU-Werten eingerechnet werden können, unterscheiden.

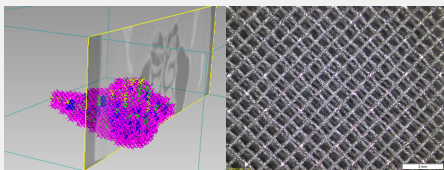


Abb. 1: links: berechnete Gitterstruktur aus neu entworfenen Einheitszellen; Farbcodierung: unterschiedliche Strebenbreiten; rechts: mittels Maschinendatei des neuen Add-Ons produzierte Gitterstruktur

Die Form aller Einheitszellen entspricht der eines Rombidodekahedrons, wobei sich verschiedene Einheitszelltypen in ihrer Strebenbreite und somit in ihren mechanischen Eigenschaften, welchen entsprechend sie dann bei

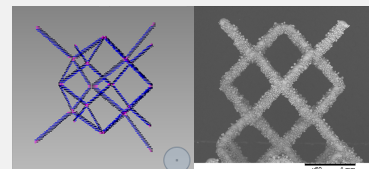


Abb. 2: links: Einheitszelle visualisiert im Java Add-On; rechts: REM-Aufnahme einer mittels Selective Laser Melting produzierten Einheitszelle

Die mittels der vom Add-On ausgegebenen Daten gebauten Zellen haben Strebenbreiten von unter 300µm bei einer Kantenlänge von 2.5mm.

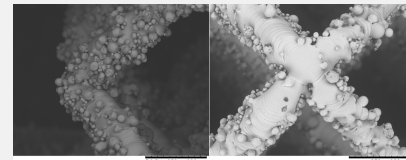


Abb. 3: REM-Aufnahmen; links: Verbindung zweier Streben einer Einheitszelle; rechts: Verbindung von Streben zweier Einheitszellen unterschiedlicher Breite

SCHLUSSFOLGERUNG

Die vom neu entwickelten Add-On berechneten Strukturen können in einer SLM-Maschine gebaut werden. Ihre geringen Abmessungen sind mit herkömmlichen Methoden bei gleicher

Strukturkomplexität nur schwierig oder nicht erreichbar. Je nach Zelltyp unterscheiden sich die neu entworfenen Einheitszellen in der Breite ihrer Streben, wodurch die gebauten Zellen auch in ihren mechanischen Eigenschaften variieren.

REFERENZEN

Schumacher, R., et al.; Manipulation of the elastic behavior of artificial Titanium bone grafts, 2011

Begleitdozent/in: Dipl. Ing. Ralf Schumacher

Expert/in: Dipl. Ing. Michael Breitenstein