

Optimiertes Schraubendesign für Knochen

Student



Luca Paparo

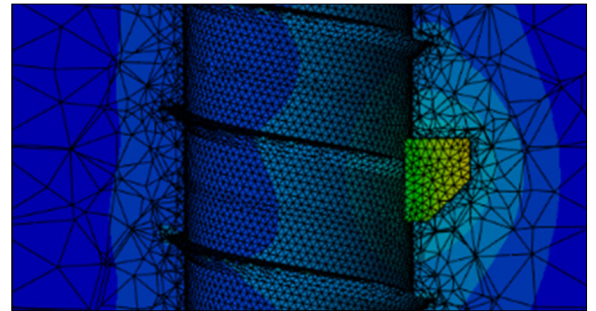
Einleitung: Pedikelschrauben finden Anwendung in der Wirbelsäulenchirurgie und sind deren wichtigsten Elemente. Ihre Funktion ist es, Unterstützung und Stabilität für die Wirbelsäule zu bieten. Häufig werden sie bei Verletzungen, Deformationen, oder Erkrankungen wie Arthrose, Osteoporose und Krebs eingesetzt. Bis heute werden die Schrauben noch immer mit konventionellen Methoden hergestellt. Durch Fortschritte in der 3D Drucktechnologie, können realisierbare Produkte, zunehmend feiner und genauer gefertigt werden. Somit sind auch die Einsatzmöglichkeiten der gedruckten Teile breiter. Durch den Einsatz von 3D-gedruckten Pedikelschrauben kann eine höhere Individualisierung, Passgenauigkeit und Sicherheit erreicht werden. Die 3D-Drucktechnologie bietet die Möglichkeit spezielle Schraubenformen und Mechanismen herzustellen, sowie alte Grenzen zu sprengen und neue Maßstäbe zu setzen.

Vorgehen: Die Arbeit wird in 5 Teilphasen unterteilt. In der ersten Phase « Klären », wurden mittels Literatur- und Patentrecherche die Grundsteine für das Projekt gesetzt, und die Anforderungen in einem Pflichtenheft festgehalten. In der Phase « Konzipieren », werden Lösungsansätze erarbeitet und mittels Analysemethoden bewertet. Am Ende dieser Phase wird ein Konzept gewählt und weiterverfolgt. In der darauffolgenden Phase « Entwerfen und realisieren » wird das gewählte Konzept ausgearbeitet und gefertigt. In der Phase « Auswertung », wird eine FEM-Analyse erstellt, um die Haltekraft im Knochen einzuschätzen und zudem die gefertigten Teile beurteilt. In der letzten Phase « Abschluss » werden die Ergebnisse und das weitere Vorgehen beschrieben.

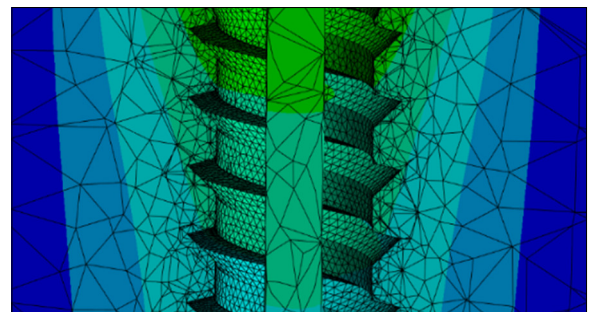
Ergebnis: Der erstellte morphologische Kasten bietet die Grundlage für die Entwicklung weiterer Konzepte und Prototypen in zukünftigen Arbeiten. Durch die angewandte Methodik konnten zwei Konzepte entwickelt werden. Eines dieser Konzepte wurde in Bezug auf zwei Herstellungsverfahren untersucht. Mittels einer FEM-Analyse liessen sich erste Einschätzungen zur Haltekraft treffen. Die Ergebnisse beider Konzeptvarianten deuten darauf hin, dass eine verbesserte Auszugsfestigkeit zu bisherigen Schraubenformen besteht. Die Konzeptvariante 1 bietet durch ihre beweglichen Teile einen Formschluss und somit einen sofortigen Halt im Knochen, ohne ein verwachsen abwarten zu müssen. Durch eine Designstudie, in welcher mehrere Testdrucke durchgeführt wurden, stellte sich heraus, dass eine direkte Integration der beweglichen Teile, in einem einzigen Druck nicht mit sinnvollem Spiel möglich ist. Deshalb wurden die Komponenten so angepasst, dass sie nachträglich zusammengefügt werden können. Die Herstellbarkeit konnte jedoch bis zum Abschluss der Arbeit nicht vollständig untersucht werden. Die Konzeptvariante 2 bietet eine effektive

Lösung ohne Risiken in der Herstellung. Die Verbesserte Schraubenschaftgeometrie, die unterschiedlichen Gewindgänge und hohe Oberflächenrauheit, erlauben es der Schraube sich optimal in den unterschiedlichen Knochenstrukturen zu verankern. Zusätzlich ermöglichen die Geometrieoptimierungen in der unteren Schraubenhälfte ein komplettes Durchwachsen des Knochens durch die Schraube. Durch den Einsatz eines neuen Designs der Teile im Bereich der Tulpe, konnte für beide Varianten eine Verringerung der Tulpenhöhe von 11.8% erreicht werden.

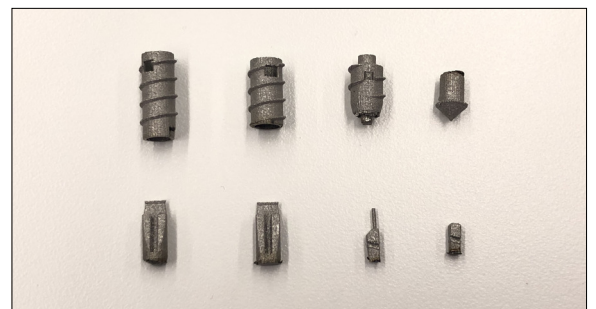
FEM-Analyse der Verformung des Knochens mit implantierter Schraube aus Variante 1 im Bereich mit optimierter Geometrie
Eigene Darstellung



FEM-Analyse der Verformung des Knochens mit implantierter Schraube aus Variante 2 im oberen Bereich der Schraube
Eigene Darstellung



Titan 3D-Gedruckte Teile der Designstudie zur Überprüfung der Limitierungen von integriertem 3D-Druck
Eigene Darstellung



Referent
Peter Eichenberger

Themengebiet
Produktentwicklung