

## Bachelor-Abschlussarbeit

**Thema:** Non-Assembly-Designkonzept einer additiv gefertigten Fingerprothese

### Zusammenfassung:

Im Zuge dieser Arbeit sollten die bereits bestehenden Non-Assembly-Mechanismen und der zur Verkleinerung des Spalts entwickelte Temper-Prozess auf das Designkonzept einer additiv gefertigten Fingerprothese übertragen werden. Hierzu sollten zunächst die für die Herstellung der Mechanismen verwendeten Materialien (PLA und I150 (PETG)) auf ihre temperaturabhängige Dimensionsänderung untersucht werden, um konkrete Werte für eine Längenänderung der Materialien zu ermitteln. Die Verformung der Materialien in der thermomechanischen Analyse ließ sich hierbei auf die Relaxation der durch den Druckprozess orientierten Polymerketten zurückführen. Um diesen Effekt gezielt zur Verkleinerung der Gelenkspalte zu nutzen, wurde dieser zunächst anhand der prozentualen Längenänderungen entlang der X-, Y- und Z-Richtung rechnerisch simuliert. Zur Überprüfung und Analyse der tatsächlichen Veränderung der Spaltbreite, wurde ein Vergleich zwischen dem im CAD-Programm eingestellten Designspalt, dem durch den Druckprozess erzeugten Fertigungsspalt und dem durch die Wärmebehandlung generierten Temper-Spalt angestellt. Hierzu wurden mittels einer Zugdruckprüfung die Spaltbreiten einfacher Scharniergelenke vor und nach dem Temper-Prozess ermittelt. Die vermessenen Gelenke hatten hierbei im CAD unterschiedlich eingestellte Spaltbreiten (0,5 mm, 0,4 mm, 0,3 mm), um herauszufinden, wie dicht zwei unterschiedliche Materialien mittels eines Zweidüsendruckers aneinander gedruckt werden können, ohne zu verschmelzen und wie gering der Spalt durch den Temper-Prozess werden kann.

Auf Grundlage der materialwissenschaftlichen Untersuchungen und des eingestellten Gelenkspalts der Non-Assembly-Gelenke, sollten eine additiv gefertigte Fingerprothese entworfen und hergestellt werden. Der Entwicklungsprozess wurde hierbei an die Konstruktionsrichtlinien von Pahl und Beitz angelehnt. In Anbetracht der systematischen und problemorientierten Umsetzung des Entwicklungsauftrags, wurden eine Anforderungsliste, eine Funktionsstruktur und der daraus abgeleitete morphologische Kasten erstellt. Ebenso wurde die entsprechende Bewertung der Teillösungen vorgenommen. Somit konnte mittels einer Argumentationsbilanz ein Gesamtkonzept erarbeitet werden, welches weiterführend im CAD-Programm Autodesk Inventor umgesetzt wurde.

Der Konstruktionsprozess gestaltete sich iterativ, da jede entwickelte Version des Fingers gedruckt, getempert und auf ihre dadurch entstehenden Probleme und Schwachstellen bewertet wurde. Durch dieses Vorgehen wurde sich einem finalen Konzept angenähert und sowohl die vorderen Fingergelenke (DIP- und PIP-Gelenk) als auch das Fingergrundgelenk (MCP-Gelenk) als Non-Assembly-Mechanismen umgesetzt. Dies ermöglichte es, den gesamten Finger in einem einzigen Druckprozess herzustellen und den Gelenkspalt durch das anschließende Tempern zu verringern.

Somit konnte gezeigt werden, welches Potenzial additiv gefertigte Multimaterial-Mehrkörpermechanismen, besonders in Verbindung mit einer temperaturinduzierten Verringerung des Gelenkspalts bieten und wie eine Anwendung dieser im Bereich der Prothetik aussehen könnte. Ebenso wurden erkannte Schwachstellen und Herausforderungen erläutert und ein Einblick in potenzielle Weiterentwicklungen des Projekts gegeben.

Verfasser/in : Benjamin Förster

Betreuer/in : Prof. Dr.-Ing. Roland Kral; Prof. Dr.-Ing. Stephan Klein

Datum der Abgabe : 16.06.2022