

Entwicklung einer modularen Leichtbau-Tumor- Endoprothese mit neuartigen textilen Anbindungsstellen zur Refixation zuvor abgelöster Muskelgruppen

R Grunert^{1,2}, M Schmidt¹, M Kopper³, T Töppel², S Hanus⁴, T Prietzel⁵

¹ Universität Leipzig

² Fraunhofer IWU Dresden

³ Forschungstransferzentrum Zwickau

⁴ Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V.

⁵ Helios Klinik Blankenhain

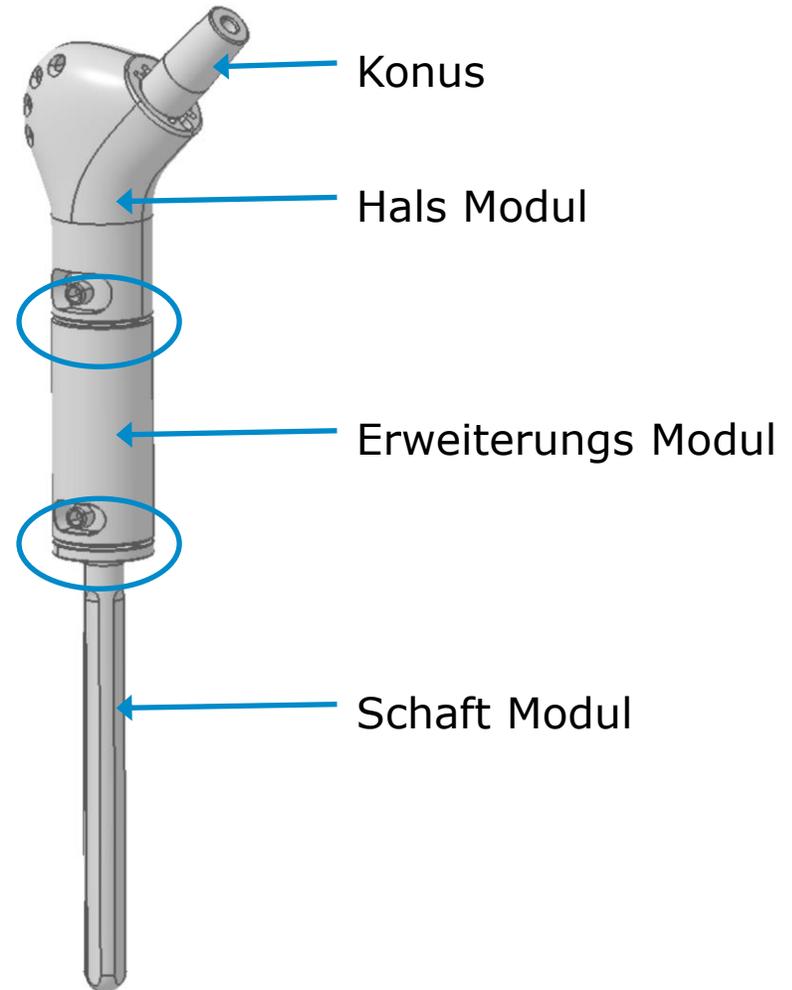


Motivation

- Alle Untersuchungen und Optimierungen basierten auf einer aktuellen modularen Tumorendoprothese (MML-System, ESKA)

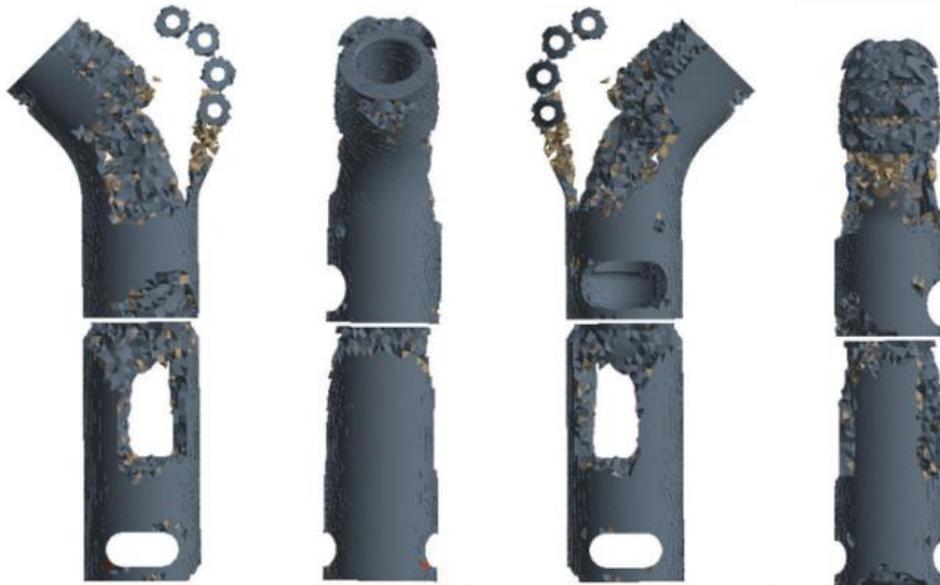
Nachteile:

- Hohes Eigengewicht
- Refixation losgelöster Muskelgruppen ist nur eingeschränkt möglich
- Schwierigkeiten bei der Trennung der einzelnen Modulbausteine durch Fixierung mit konischer Klemmung



Gewichtsreduzierung

- Topologieoptimierung (Halsmodul)
- Simulierte Last (1200 N)
→ Darstellung der dominanten Lastpfade
- Ziel: Reduzierung des Implantatgewichts



Topologie Optimierung



Resultat

Gewichtsreduzierung

- Basierend auf der Topologieoptimierung wurden insgesamt 3 Versionen des neuen Halsmoduls erstellt
- Gewichtsreduktion



Version 1



Version 2

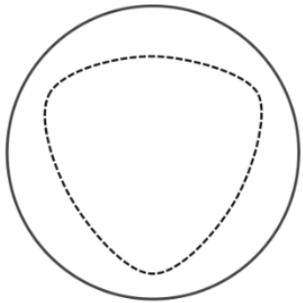


Version 3

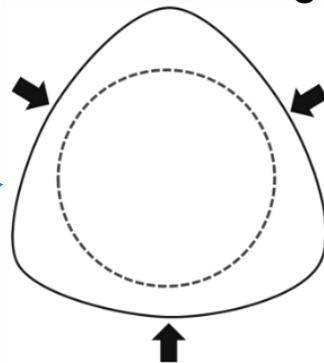
Interface

- Polygon-Schnittstelle
- Basierend auf dem Polygonspanprinzip
- Durch äußere Belastung wird eine minimale elastische Verformung um einige Hundertstel Millimeter verursacht.

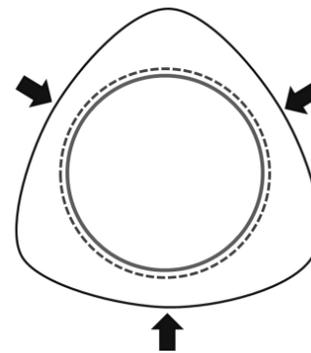
Unbelasteter
Ausgangszustand



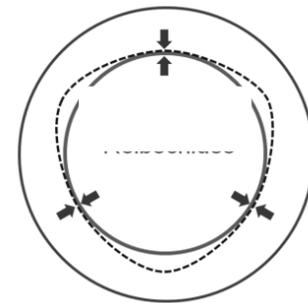
Externe
Krafteinwirkung



Einführung des
Schaftes

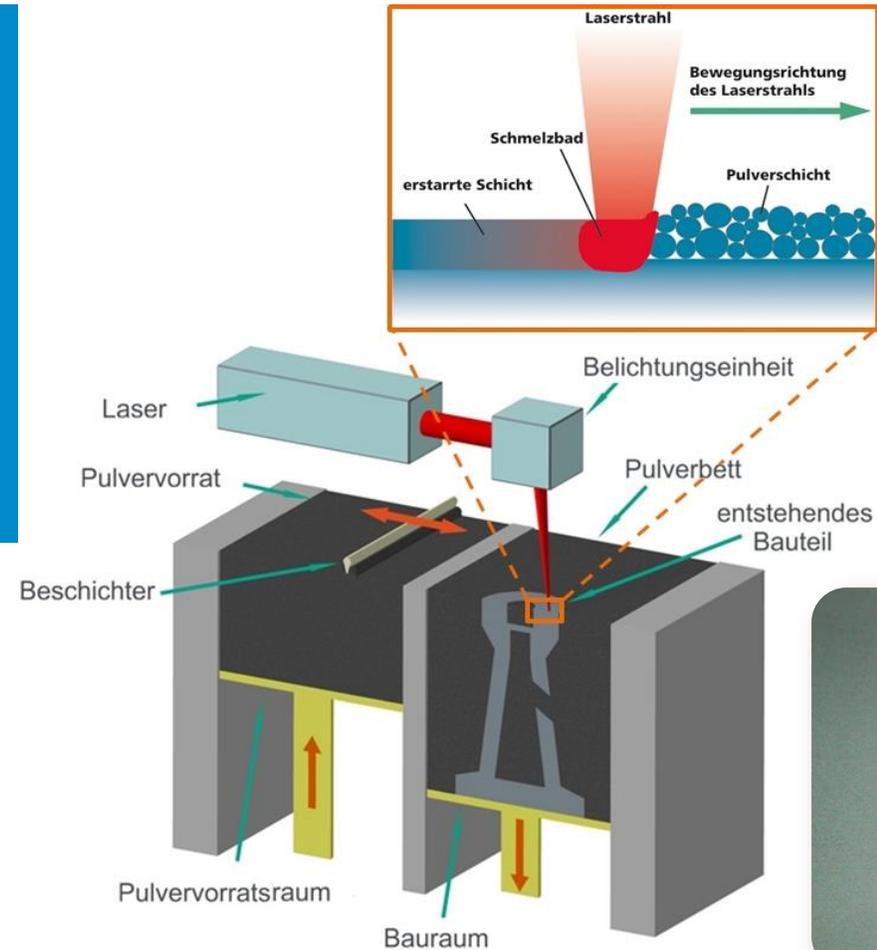


Verspannung nach
Wegnahme der Kraft



Generative Fertigung

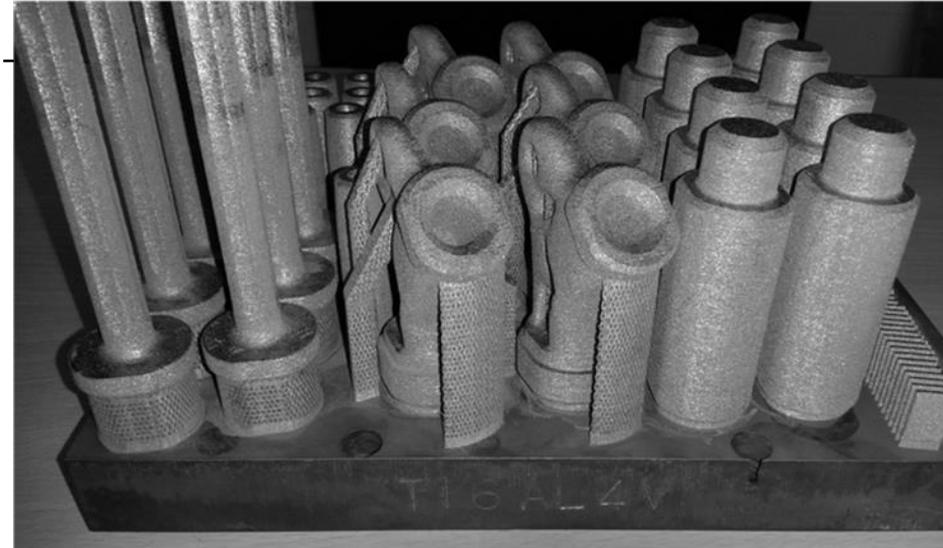
- Herstellung von Einzelteilen durch Laserstrahlschmelzen
- Werkstoff: Titanlegierung Grad 5 (TiAl6V4)
- Nachträgliche Wärmebehandlung gegen Rissbildung



Generative Fertigung

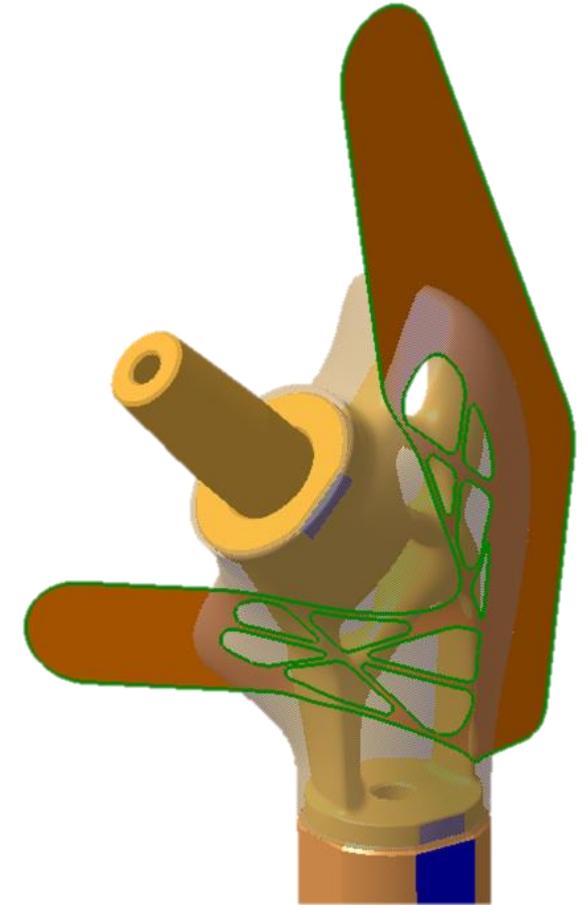
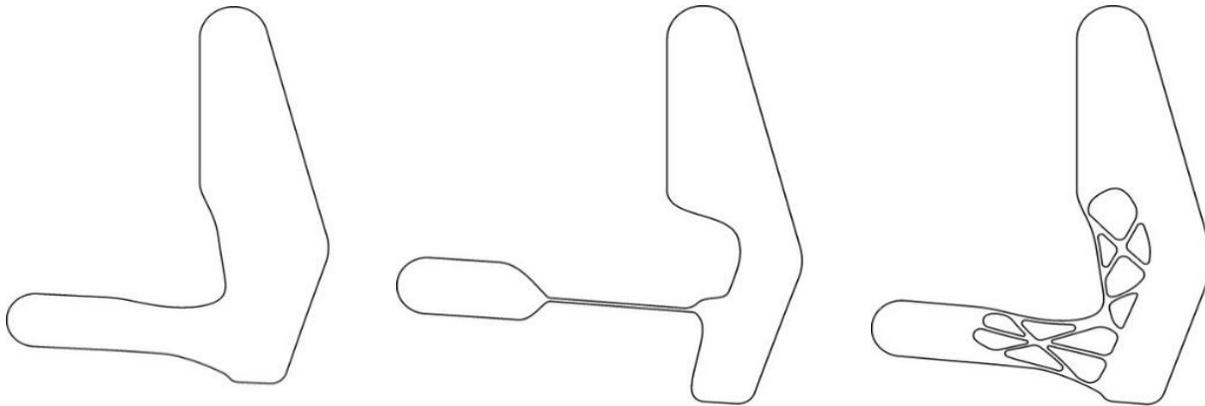
Resultat

- Einzelne Implantatteile für die Nachbearbeitung



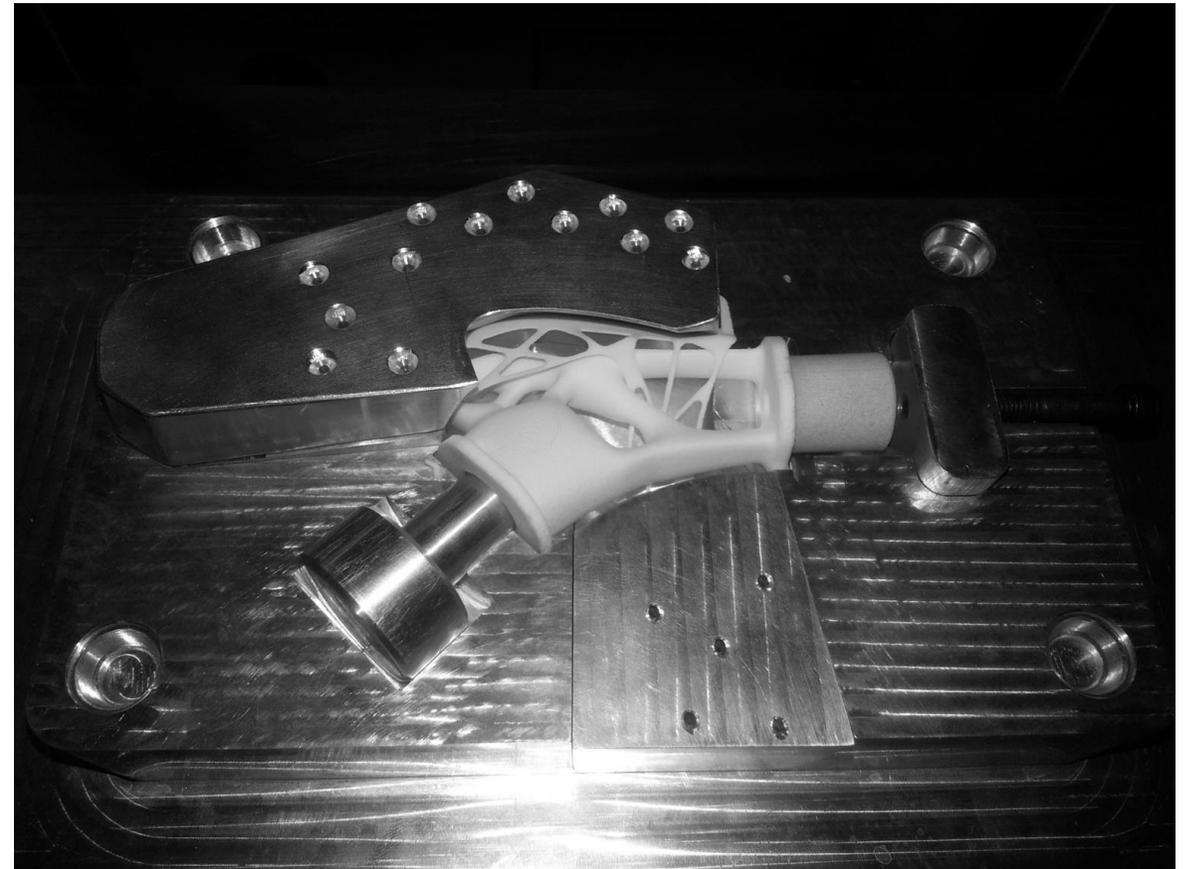
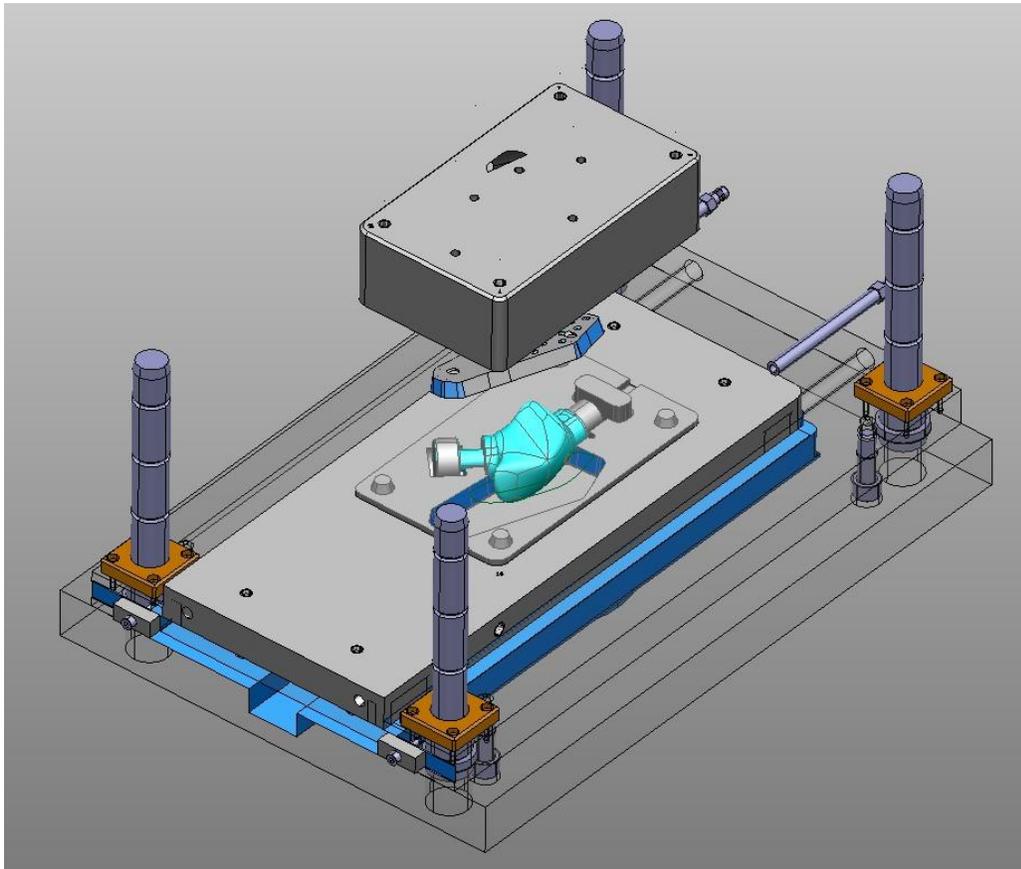
Textile Anbindungen

- Integration einer flächigen textilen Struktur zur Refixierung losgelöster Muskelgruppen → Wiederherstellung der Funktion
- 3 textile Varianten wurden entwickelt und konstruktiv umgesetzt
- Fixierung durch Umspritzen des Metallkerns und des Gewebes mit Polyethylen



Fixierung der Anschlusspunkte

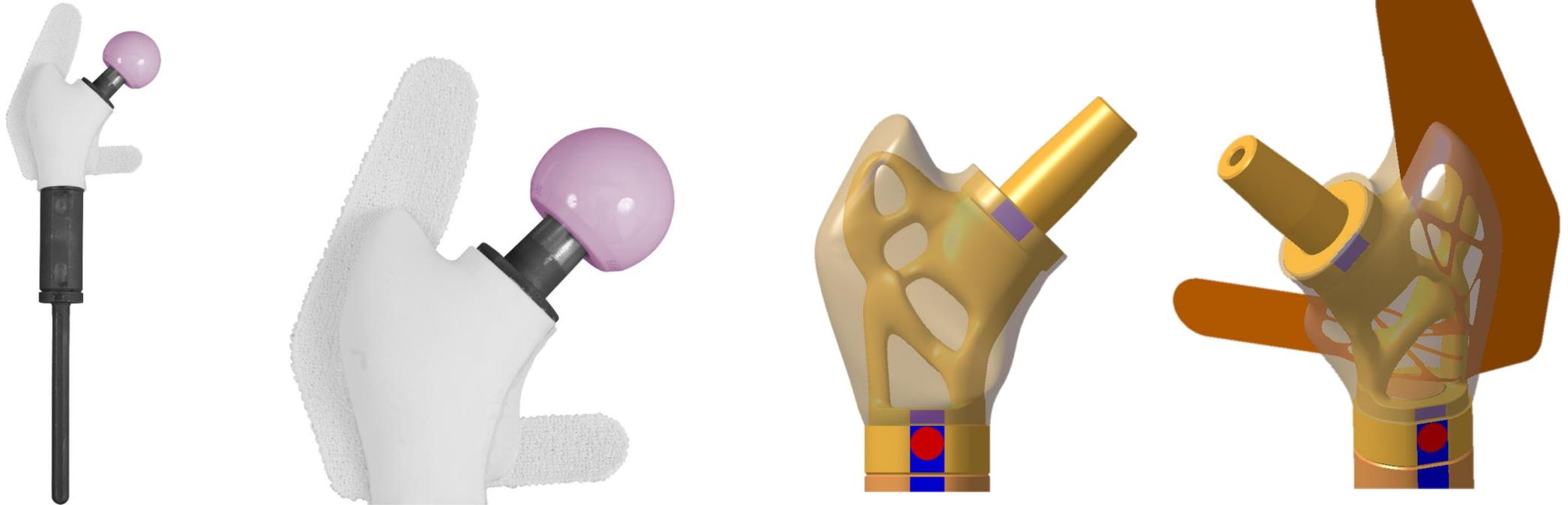
- Mittels Spritzgußwerkzeug
- Fixierung des Textils am Halsmodul



Resultat

Finaler Prototyp

- Gewichtsreduzierte Endoprothese (743g → 397 g)
- Integrierte Befestigungspunkte zur Refixierung losgelöster Muskelgruppen
- Modularer Aufbau
- Kopplung der Module über neuartige Schnittstelle



Finaler Test

- 6 Prototypen wurden getestet
- Im Rahmen von dynamischen Belastungstests wurde die Leichtbaugeometrie getestet
- Prüfung nach ISO 7206-4 (Prüfung des Schaftes)
- Test nach ISO 7206-6 (Prüfung des Halsbereichs)
- Alle Tests wurden erfolgreich abgeschlossen!



Finaler Test

- Körperspender Tests (in Zusammenarbeit mit dem Anatomischen Institut Leipzig)
- Lateraler Zugang nach Bauer zum Hüftgelenk wurde modifiziert angewendet
- Implantation mit Knochenzement (PMMA)
- Erfolgreiche Refixation der Muskulatur an den entstandenen Befestigungspunkten

