

Hochpräzisions-Endoprothetik und Einsatz von 3D-Druck bei Tumor-Implantaten

R Grunert¹, C Rotsch¹, M Schmidt², M Kopper³, T Töppel¹, S Hanus⁴, T Prietzel⁵

¹ Fraunhofer IWU Dresden

² Universität Leipzig

³ Forschungstransferzentrum Zwickau

⁴ Textilforschungsinstitut Thüringen-Vogtland e.V.

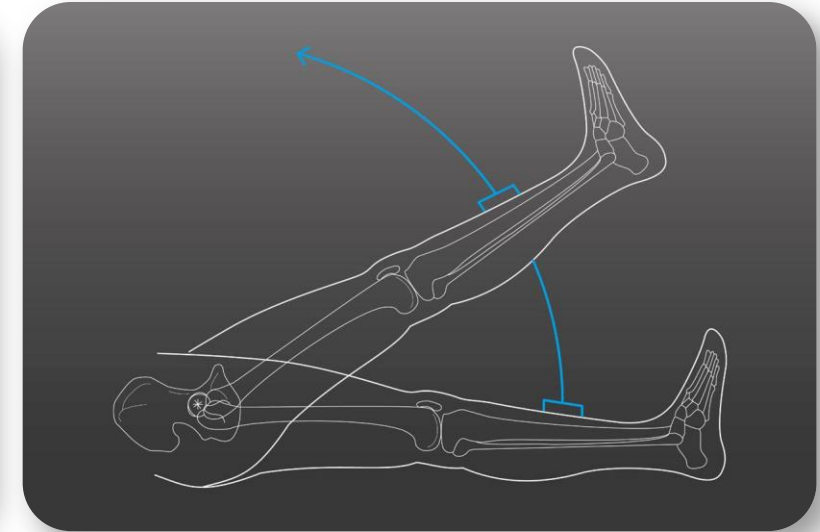
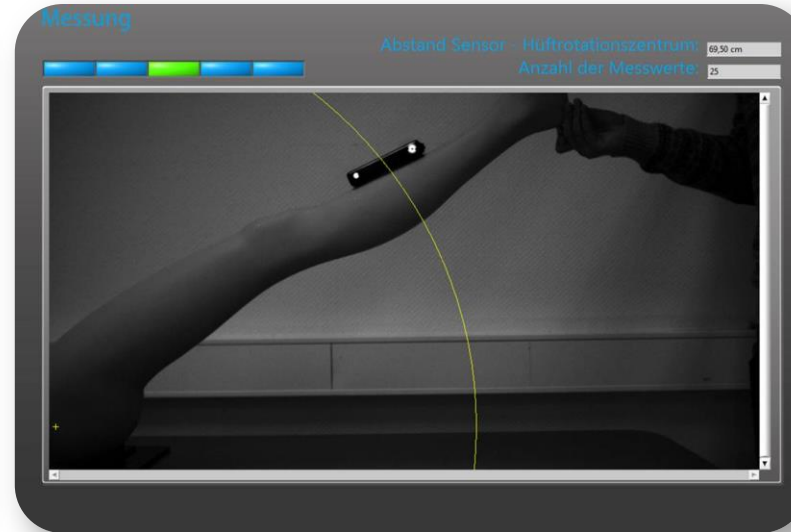
⁵ Helios Klinik Blankenhain



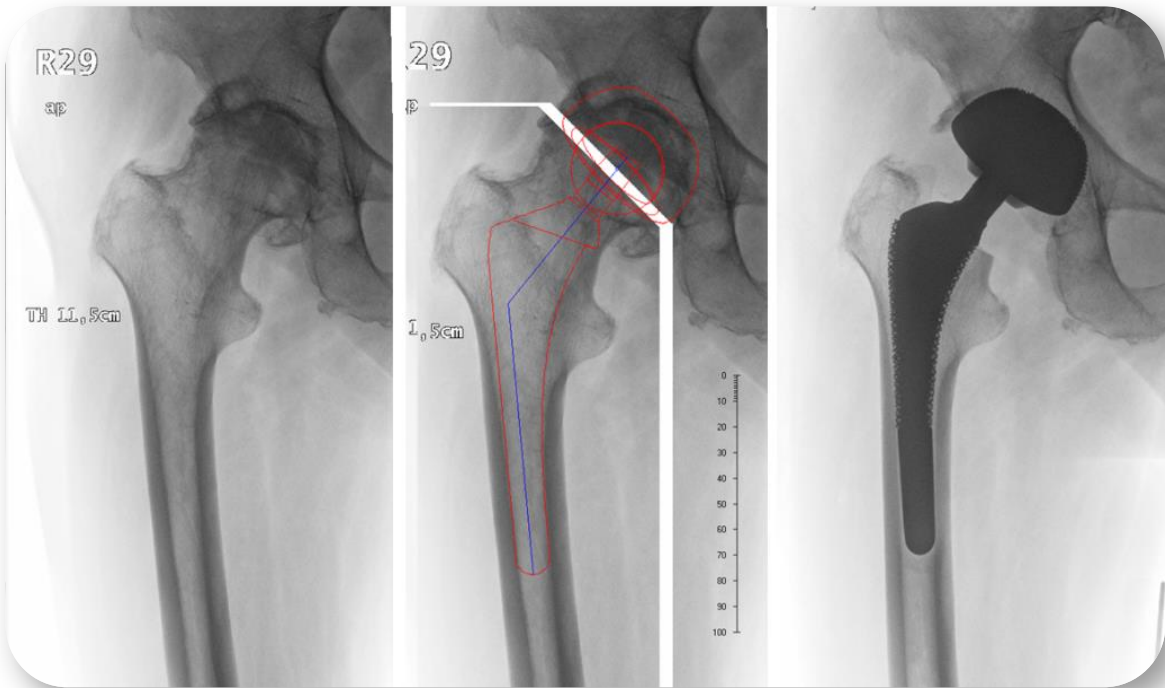


Hochpräzisions-Endoprothetik

Intraoperative Beinlängenmessung



Computergestützte OP-Planung



Modulares Hüftimplantat



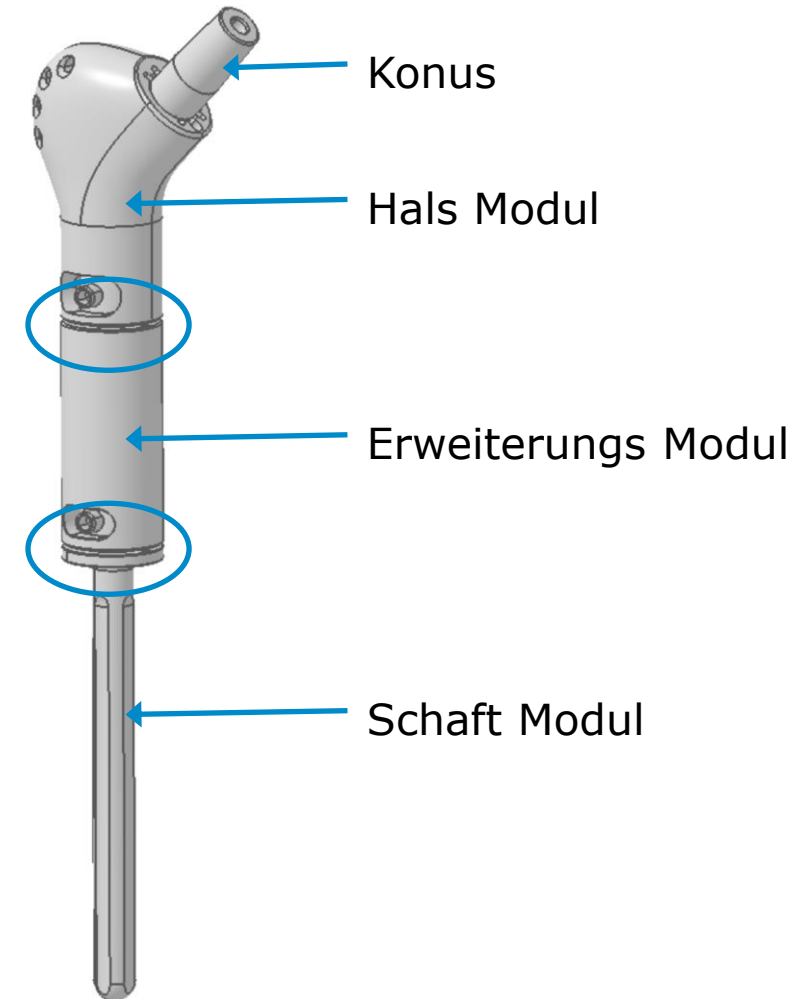
3D-Druck bei Tumor-Implantaten

Motivation

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

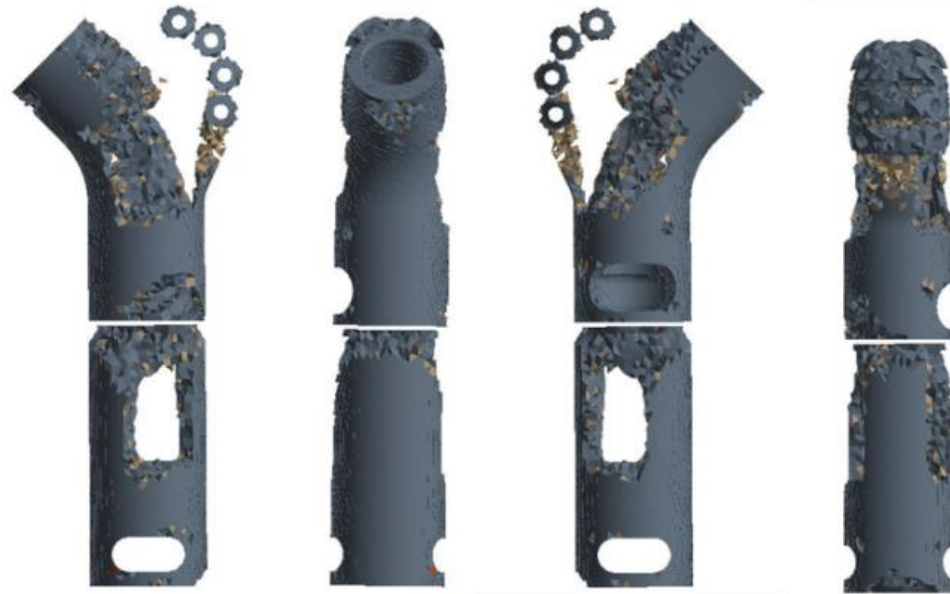
Nachteile:

- 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

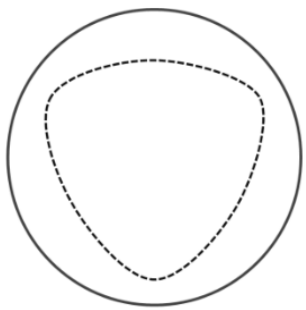


Resultat

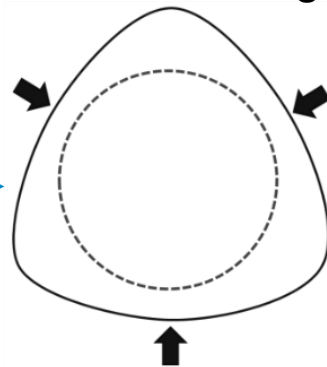
Interface

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

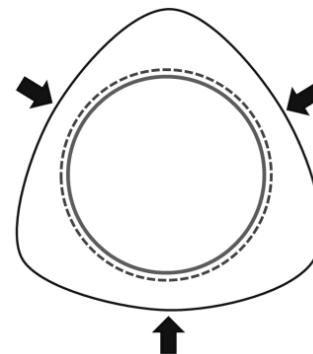
Unbelasteter
Ausgangszustand



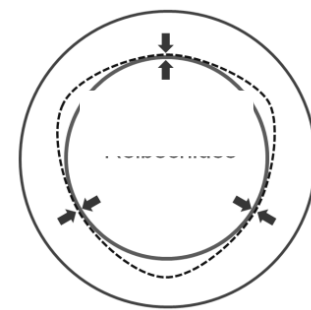
Externe
Krafteinwirkung



Einführung des
Schaftes

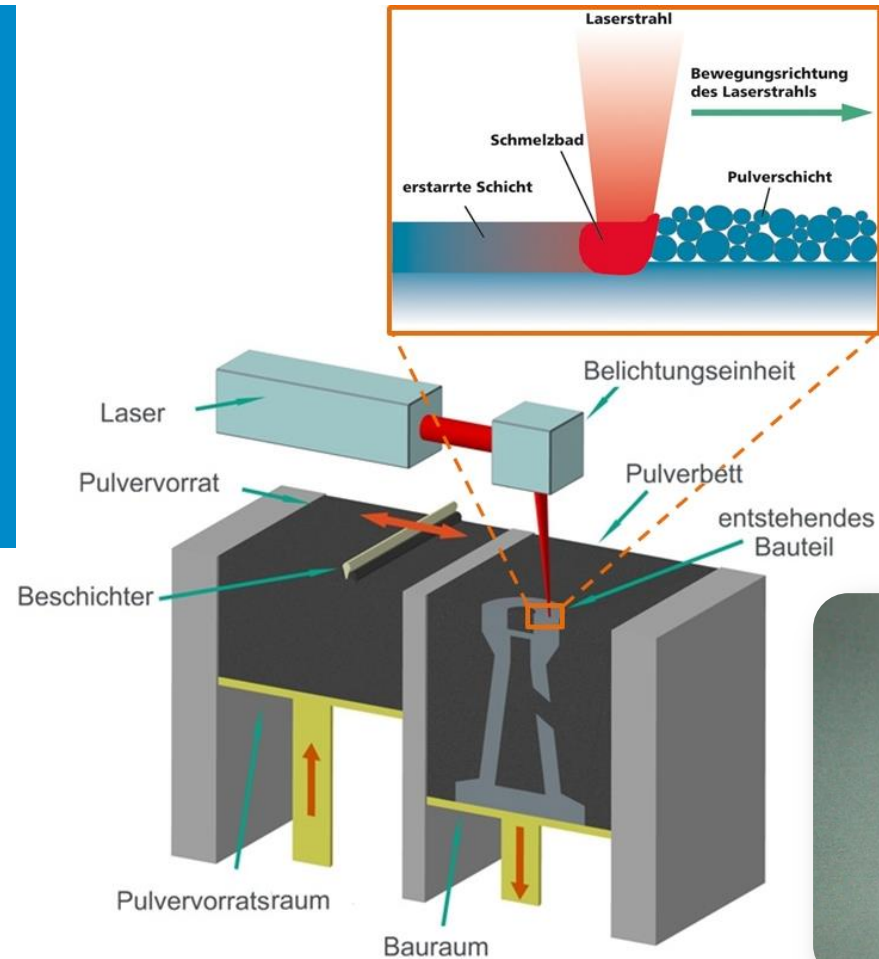


Verspannung nach
Wegnahme der Kraft



Generative Fertigung

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



Generative Fertigung

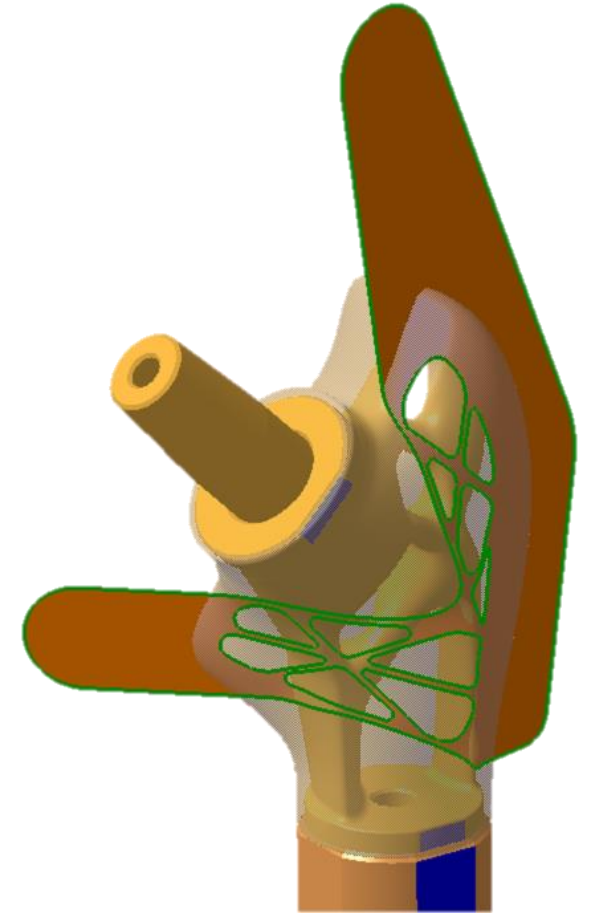
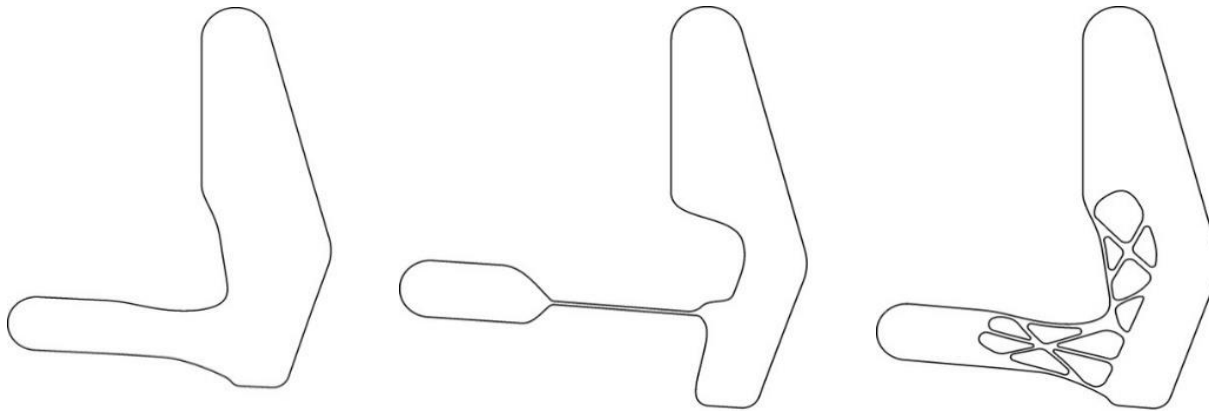
Resultat

- Einzelne Implantatteile für die Nachbearbeitung



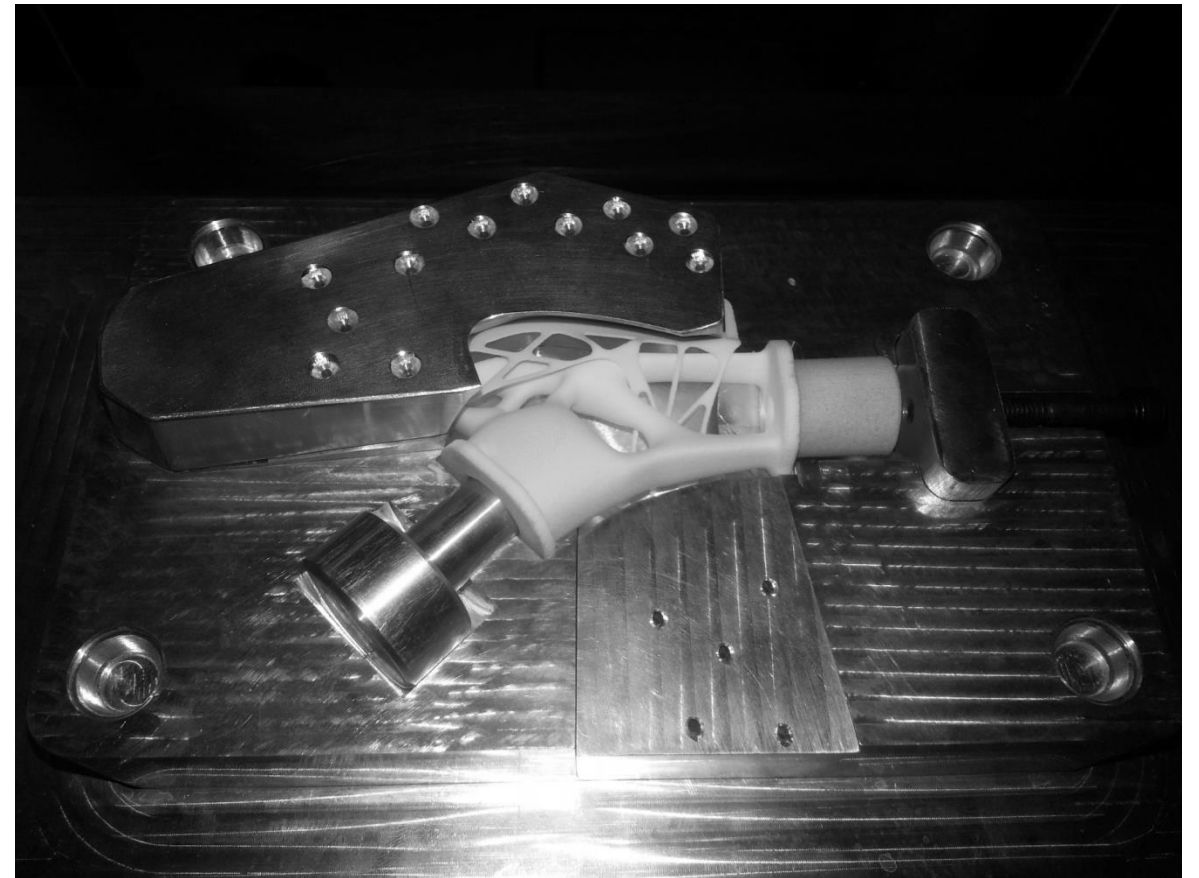
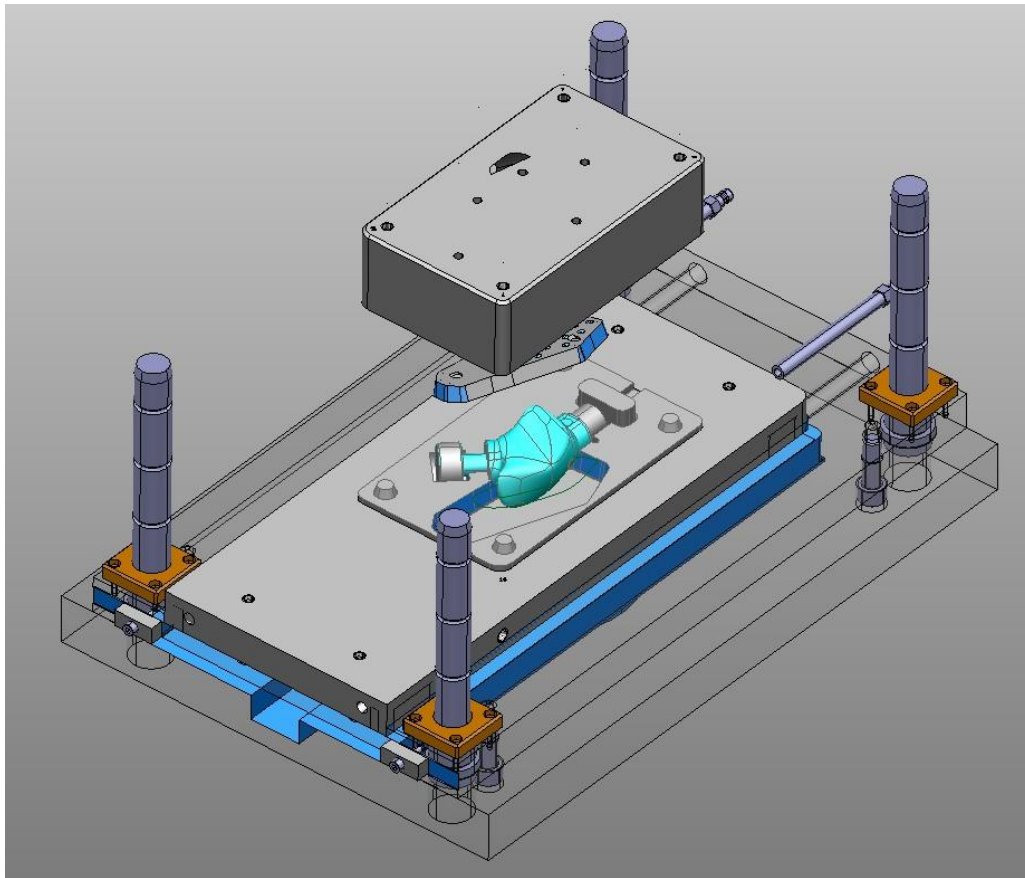
Textile Anbindungen

- 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



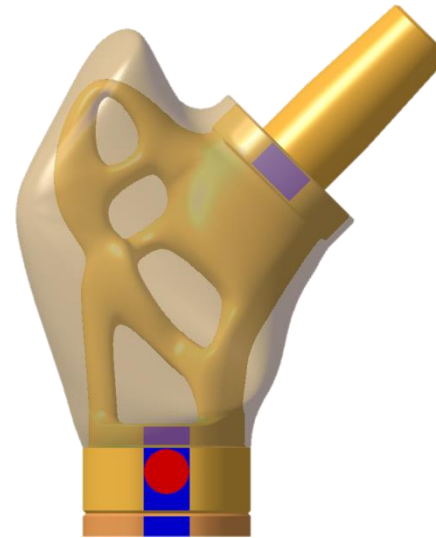
Fixierung der Anschlusspunkte

- Mittels Spritzgußwerkzeug
- Fixierung des Textils am Halsmodul



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

