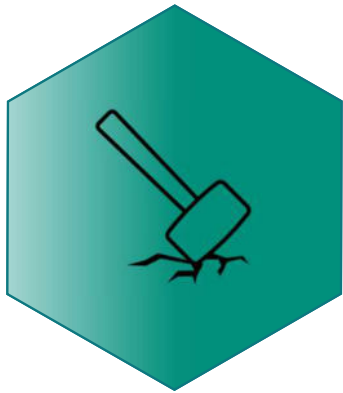


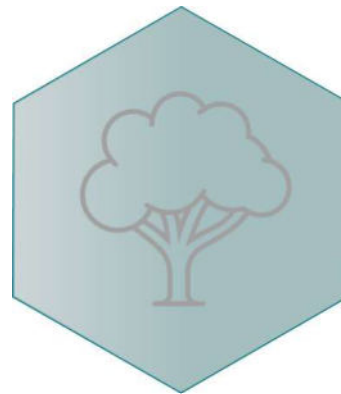
Strukturoptimierung für FFF gedruckte Bauteile

Iwiza Tesari, Christian Greiner, Amelie Schiele

Institut für Angewandte Materialien – Werkstoff- und Grenzflächenmechanik (IAM-MMI)



3D-Druck
Fused Filament Fabrication
(FFF)

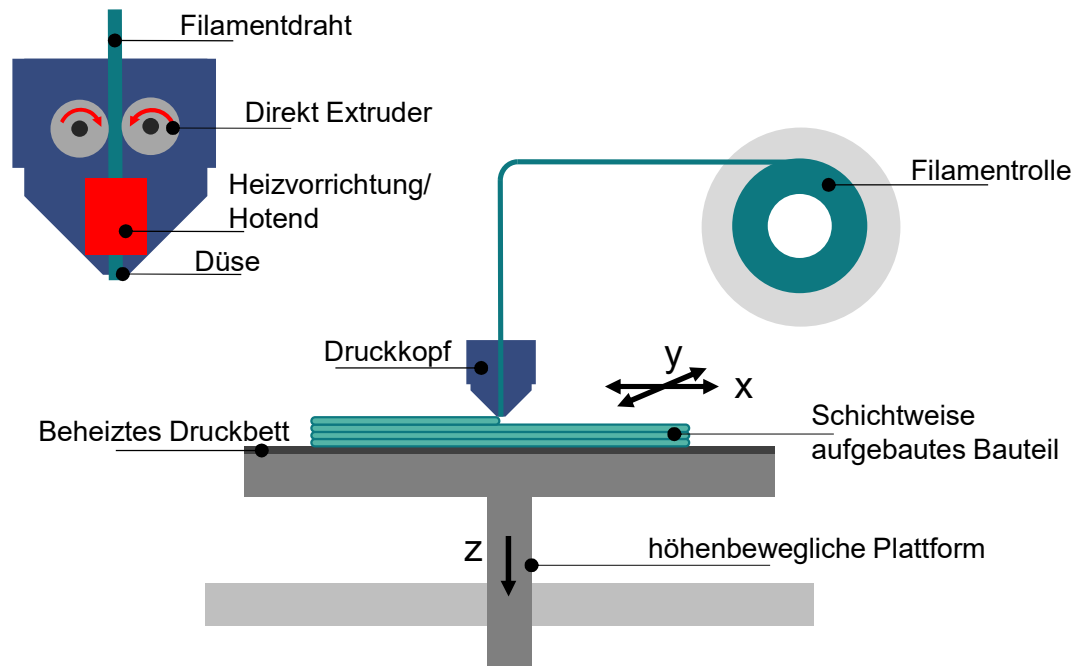


Optimierungsmethoden
-Computer Aided Internal
Optimization (CAIO)
-Soft Kill Option (SKO)



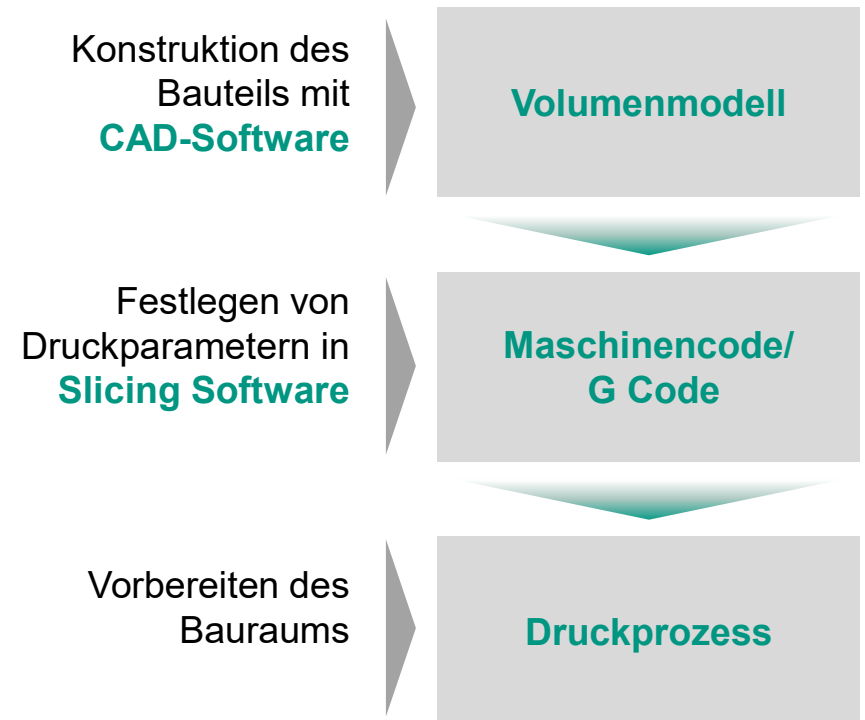
Ergebnisse

Fused Filament Fabrication (FFF)



3D Druck mit Fused Filament Fabrication

Workflow

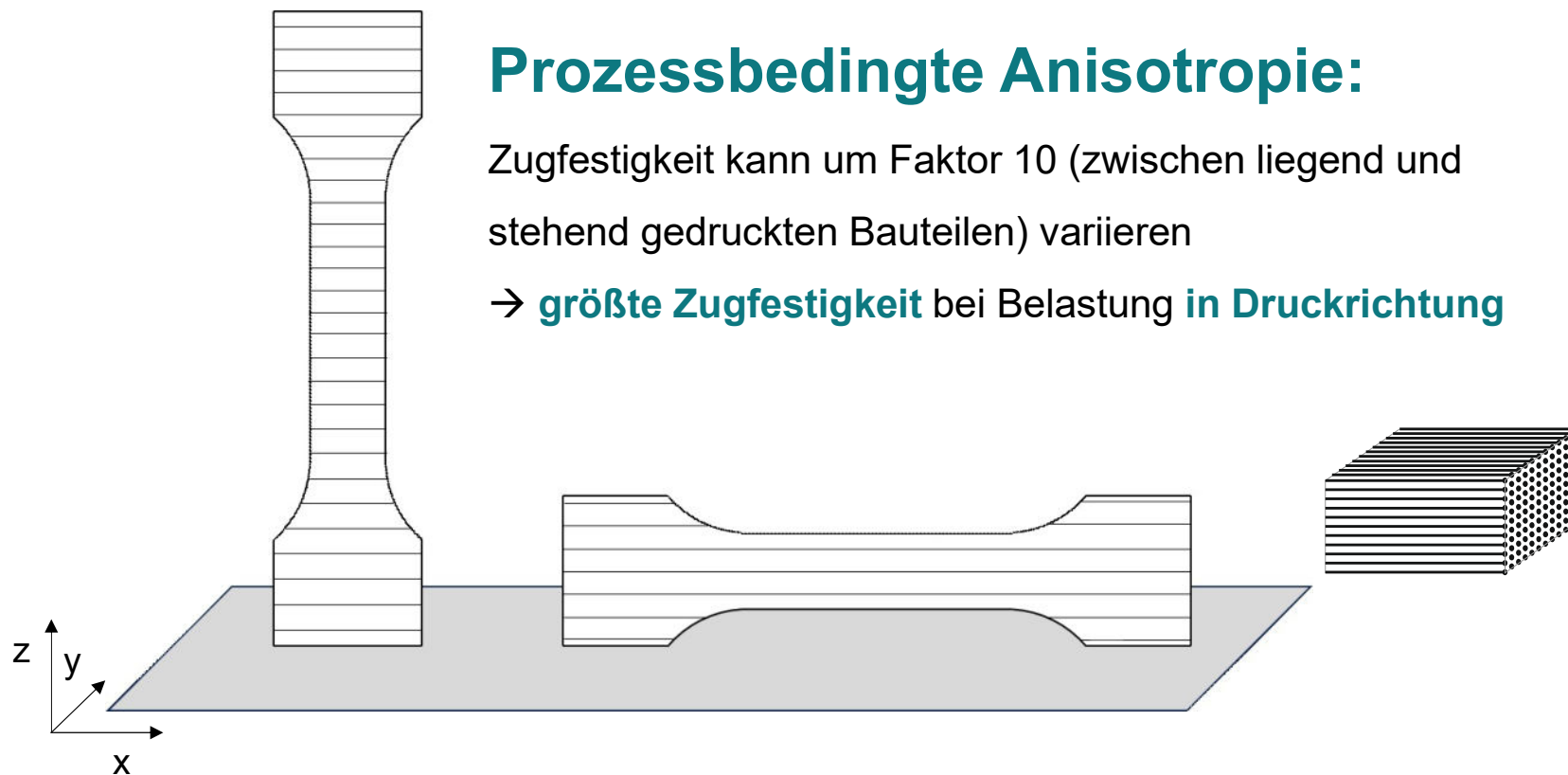


Fused Filament Fabrication (FFF)

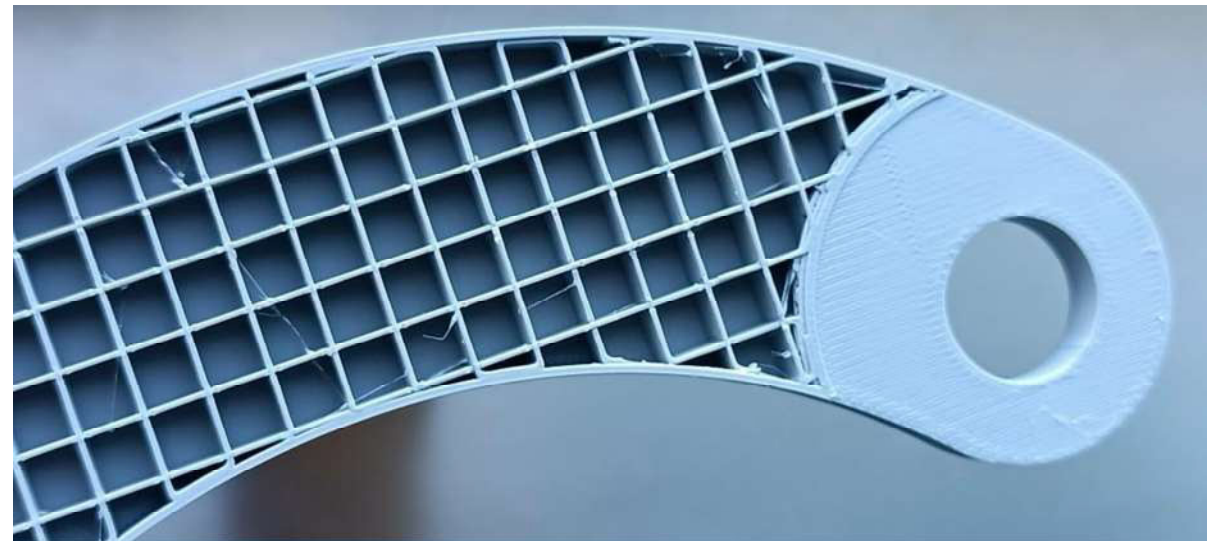
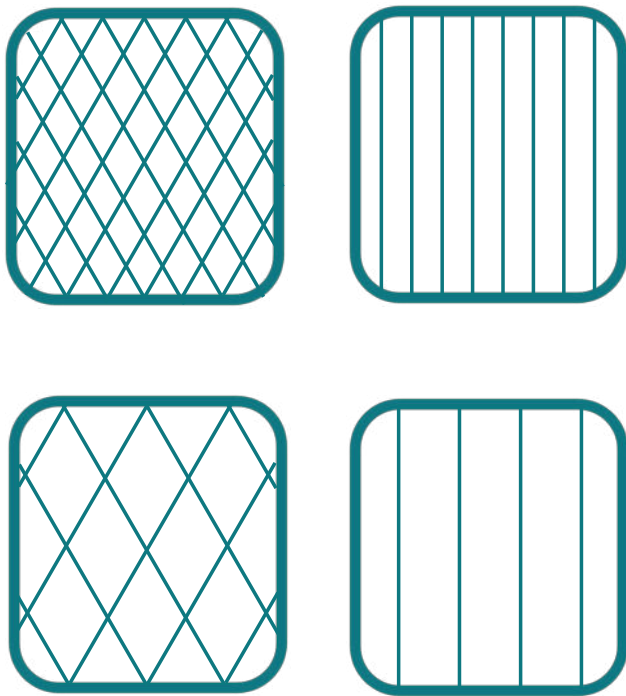
Prozessbedingte Anisotropie:

Zugfestigkeit kann um Faktor 10 (zwischen liegend und stehend gedruckten Bauteilen) variieren

→ **größte Zugfestigkeit** bei Belastung **in Druckrichtung**

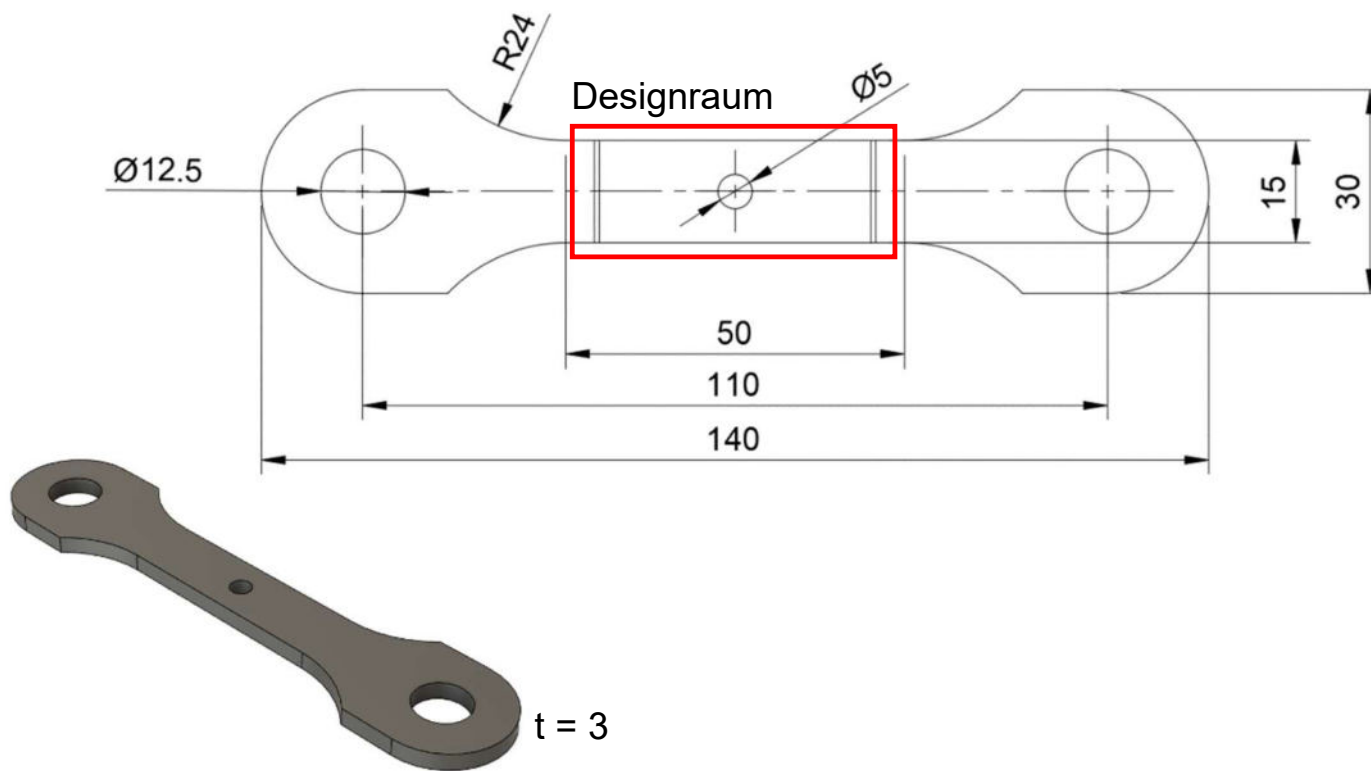


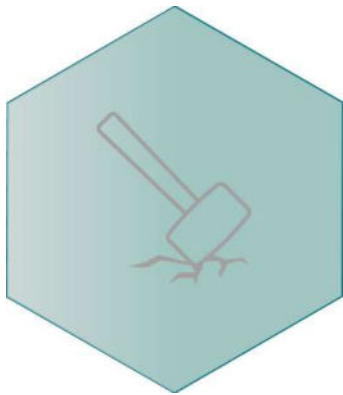
Infill



Dichte und Struktur (Orientierung) des Infills beeinflussen Masse und Bauteil-Belastbarkeit

Prüfkörper





3D-Druck
Fused Filament Fabrication
(FFF)



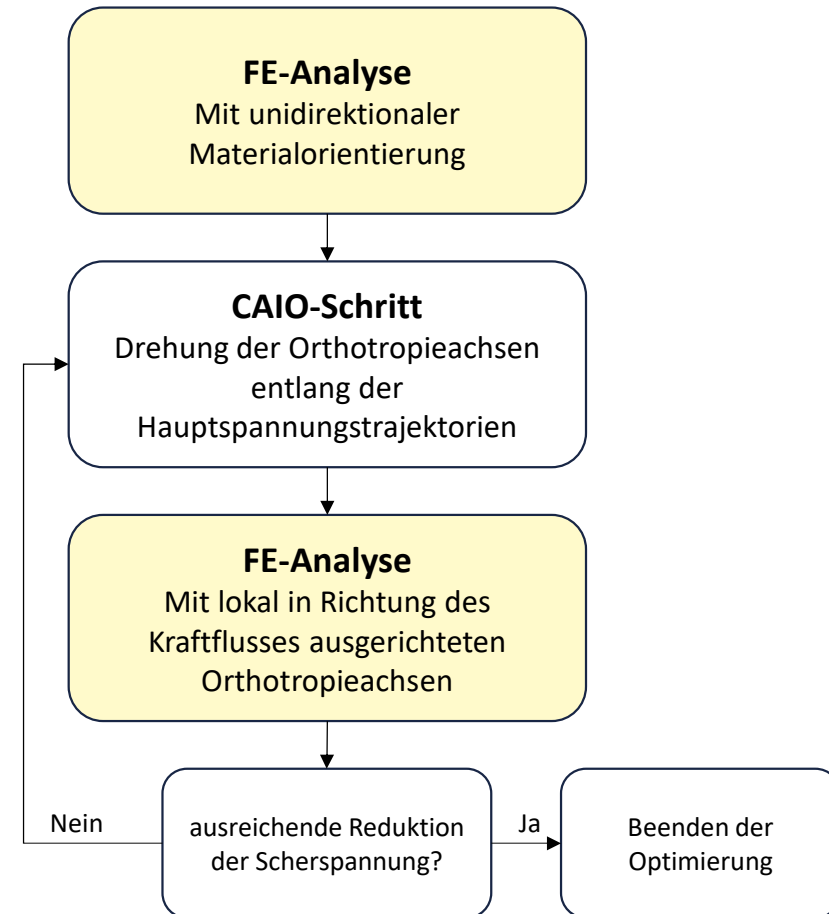
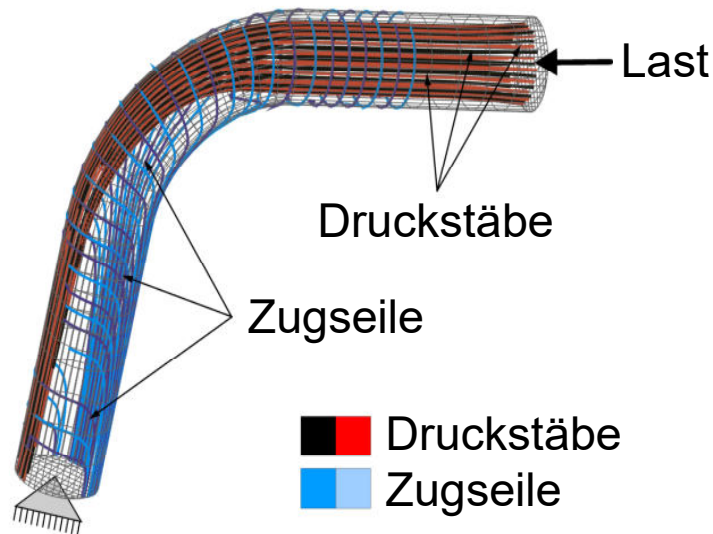
Optimierungsmethoden
-Computer Aided Internal
Optimization (CAIO)
-Soft Kill Option (SKO)



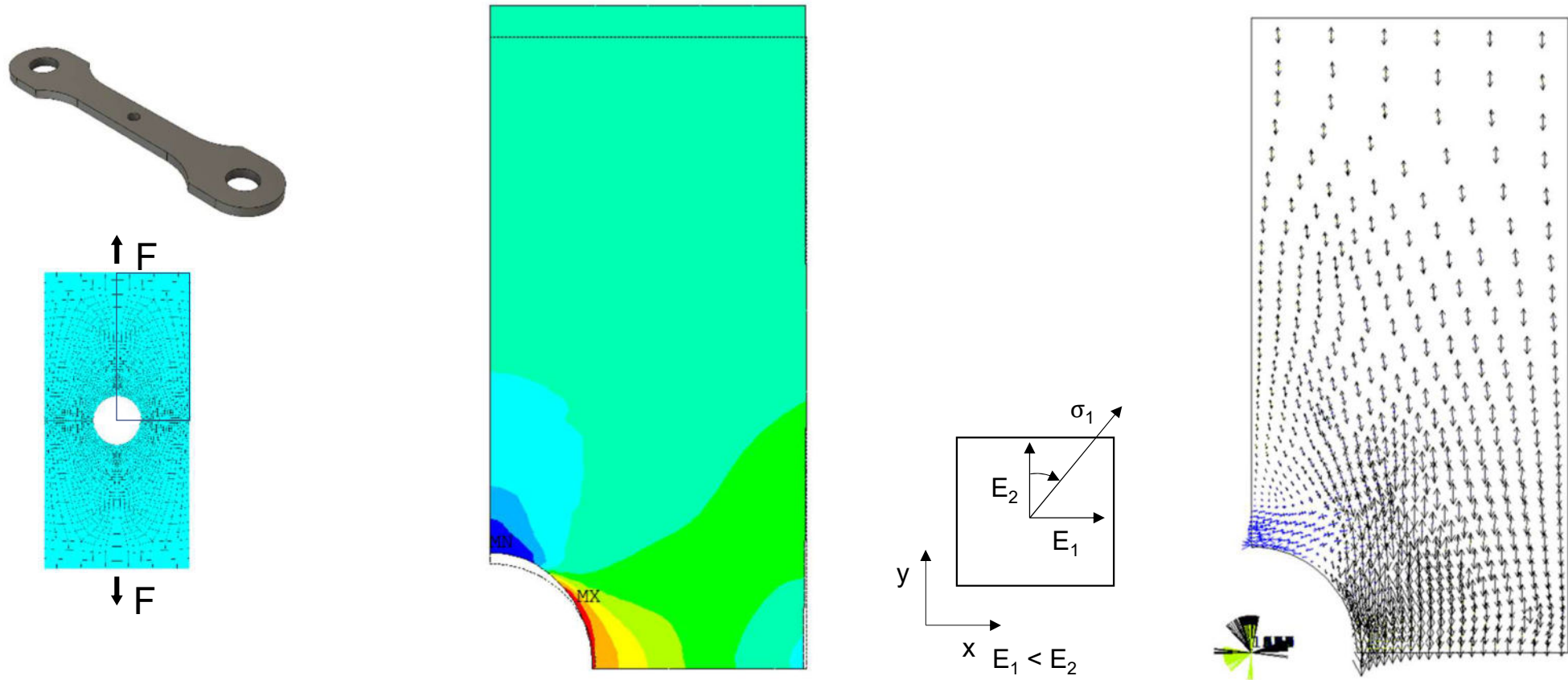
Ergebnisse

Computer Aided Optimization (CAIO)

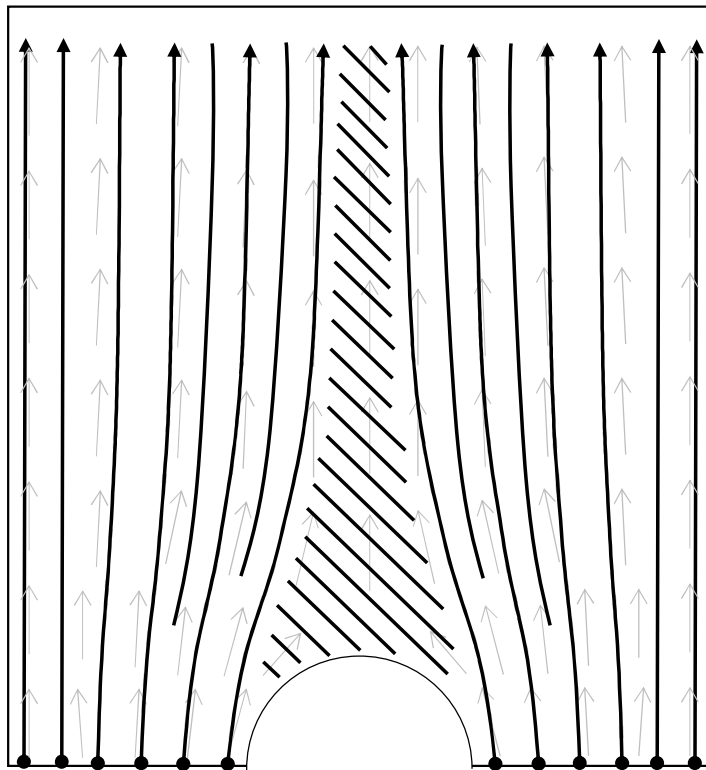
Steigerung der Belastbarkeit durch lastangepasste lokale Materialorientierung (kraftflussgerechte Faserausrichtung)



Computer Aided Optimization (CAIO)

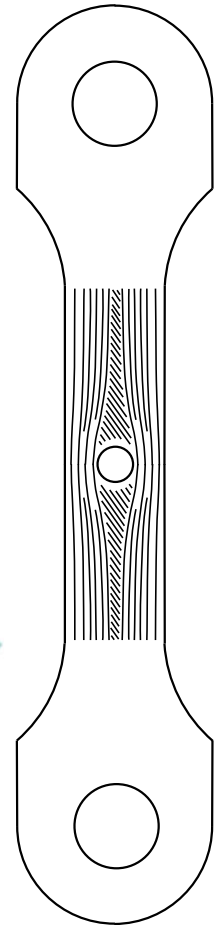


Generierung optimierter Druckpfade mit CAIO



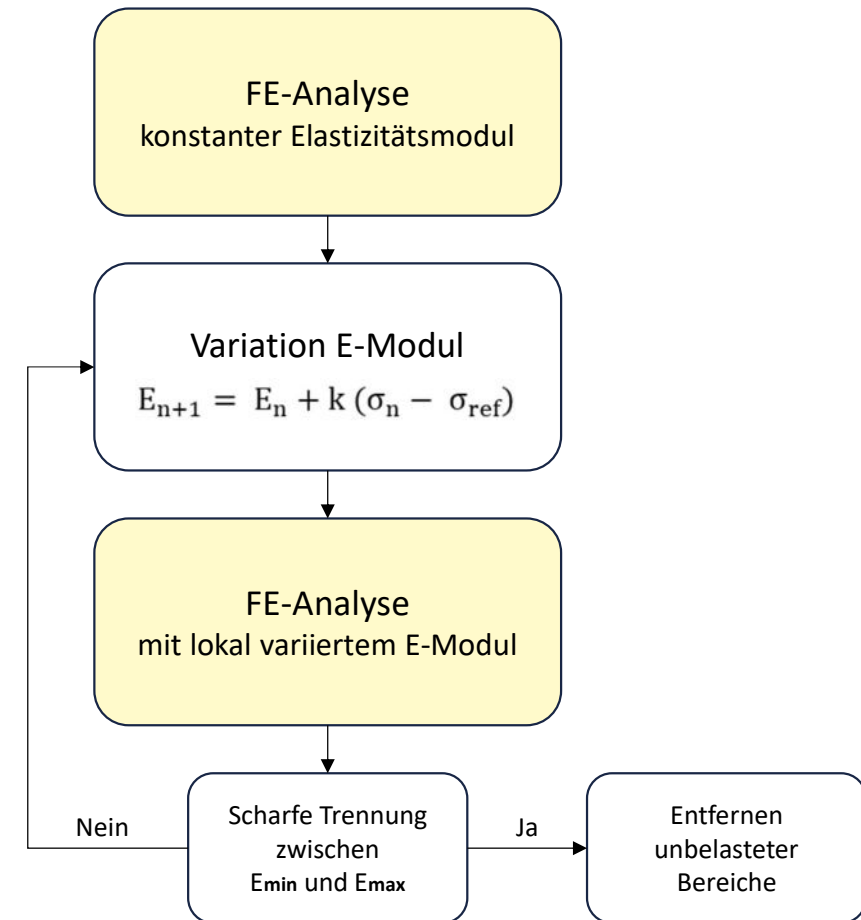
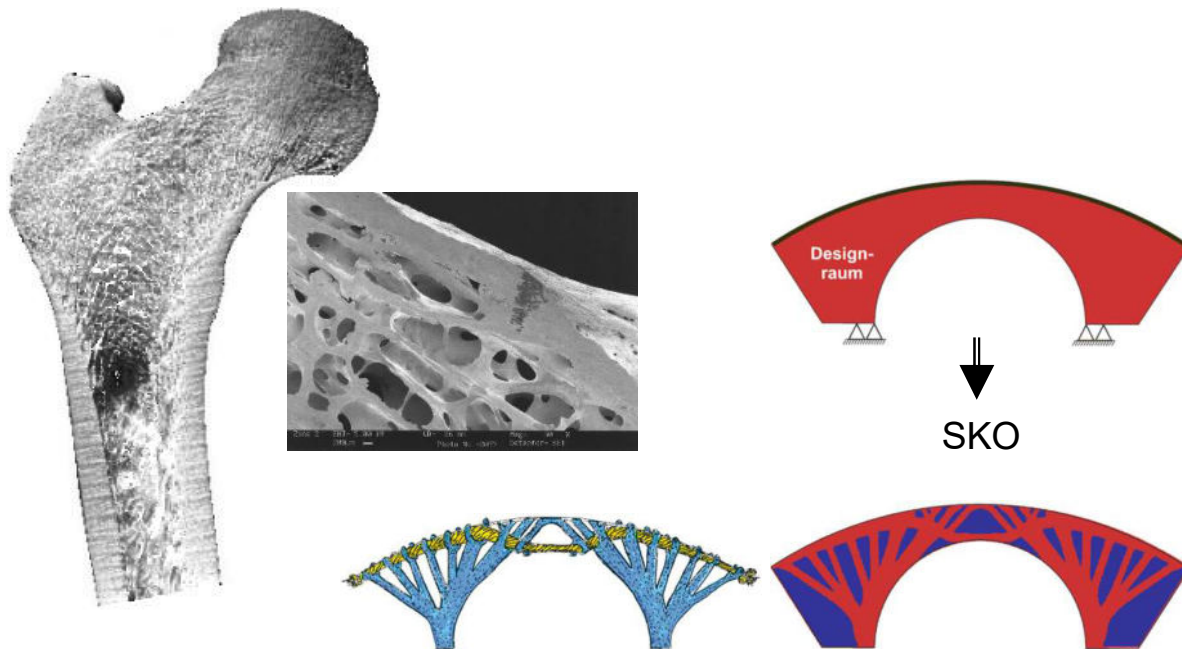
1. Startpunkte an hoch beanspruchtem Querschnitt
2. Füllen von Lücken
→ Entstehung von Hohlräumen
3. Standardfüllung in weniger beanspruchten Bereichen
→ Optimierung beschränkt sich auf Druckebene

Überführen der ausgelesenen Pfadkoordinaten in G Code

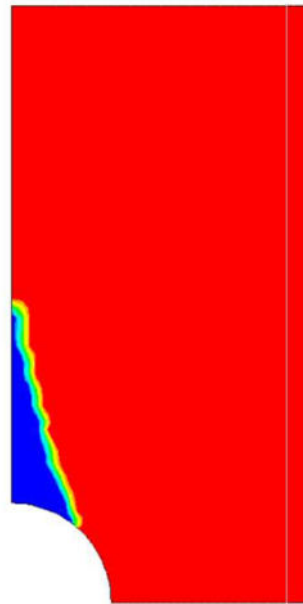
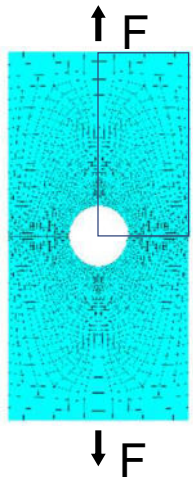


Soft Kill Option (SKO)

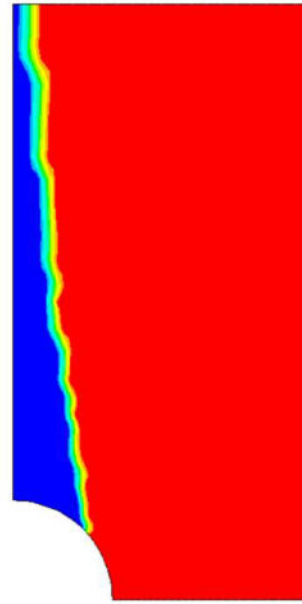
Topologieoptimierung, Leichtbaudesign durch Entfernen minderbelasteter Bauteilbereiche



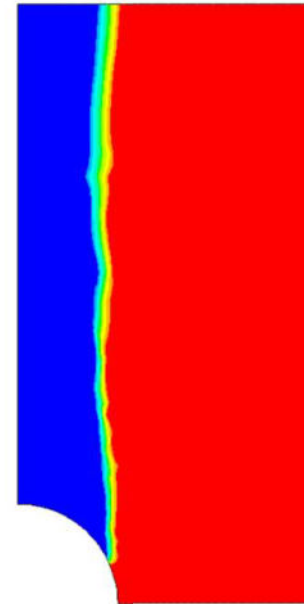
Soft Kill Option (SKO)



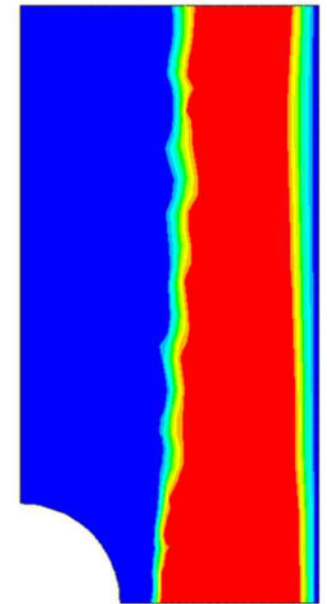
$\sigma_{\text{ref}} = 5 \text{ MPa}$



$\sigma_{\text{ref}} = 7 \text{ MPa}$

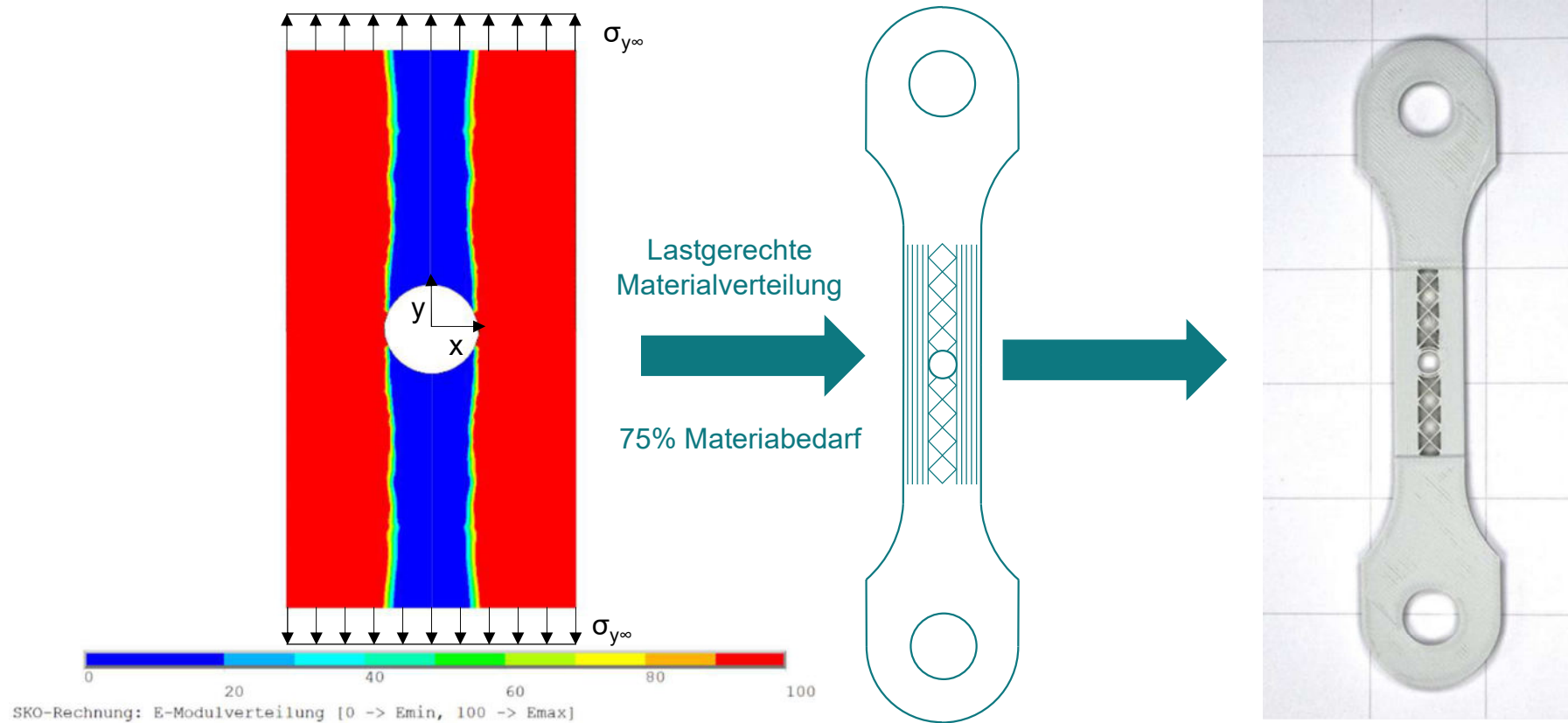


$\sigma_{\text{ref}} = 10 \text{ MPa}$

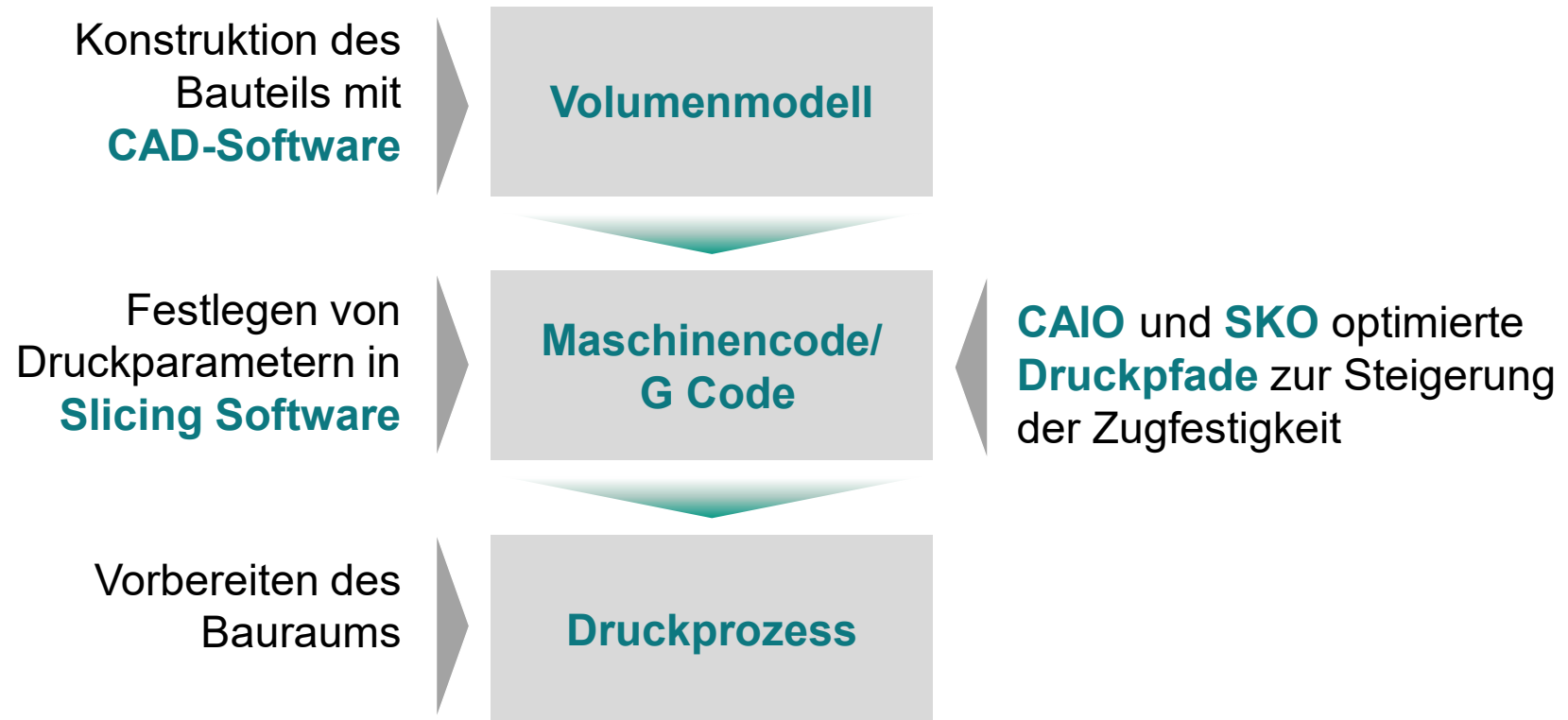


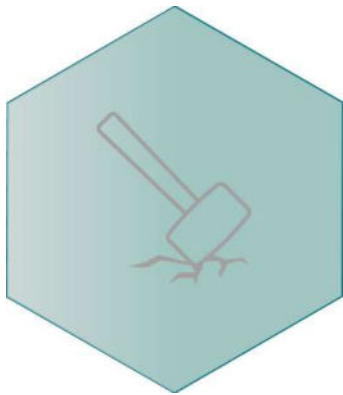
$\sigma_{\text{ref}} = 11 \text{ MPa}$

Soft Kill Option (SKO)



Neuer Workflow





3D-Druck
Fused Filament Fabrication
(FFF)

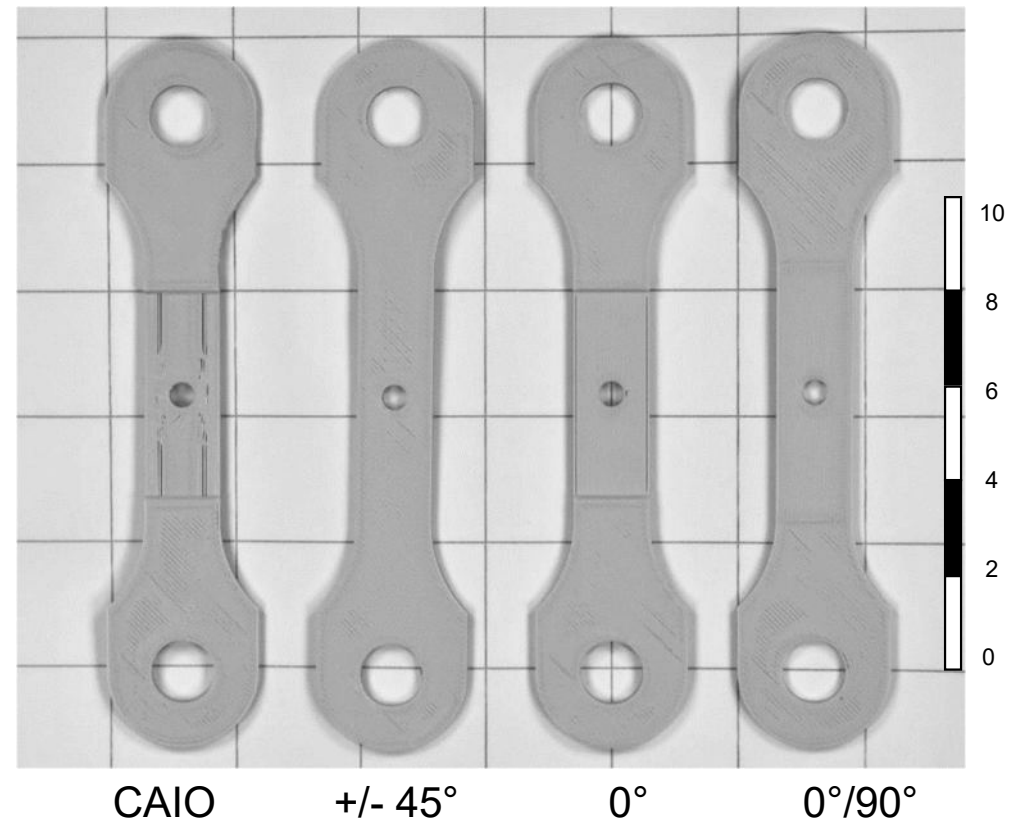
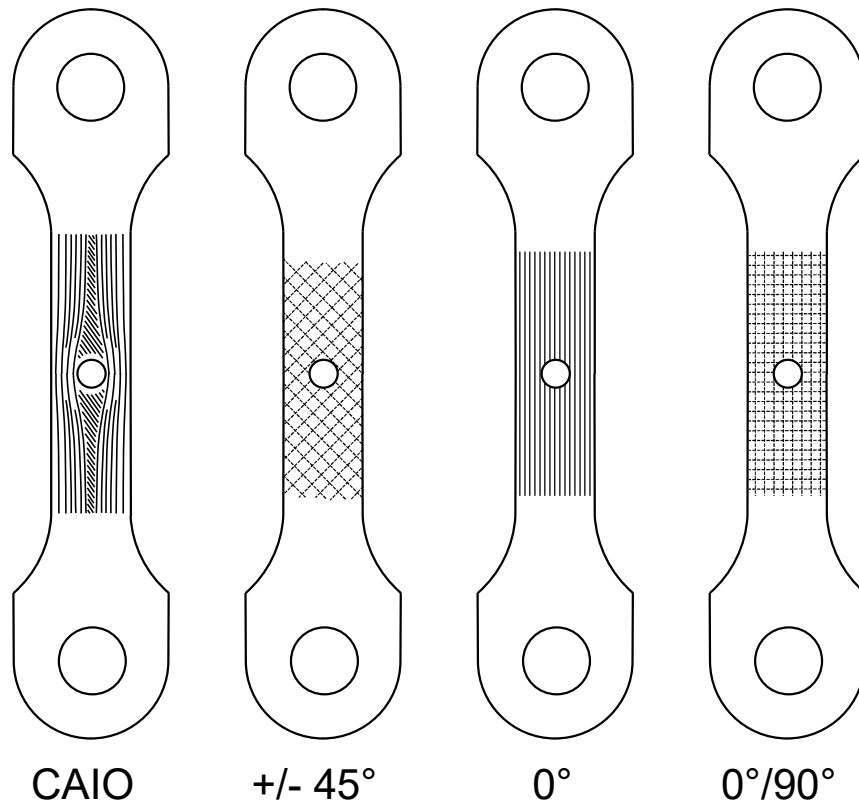


Optimierungsmethoden
-Computer Aided Internal
Optimization (CAIO)
-Soft Kill Option (SKO)

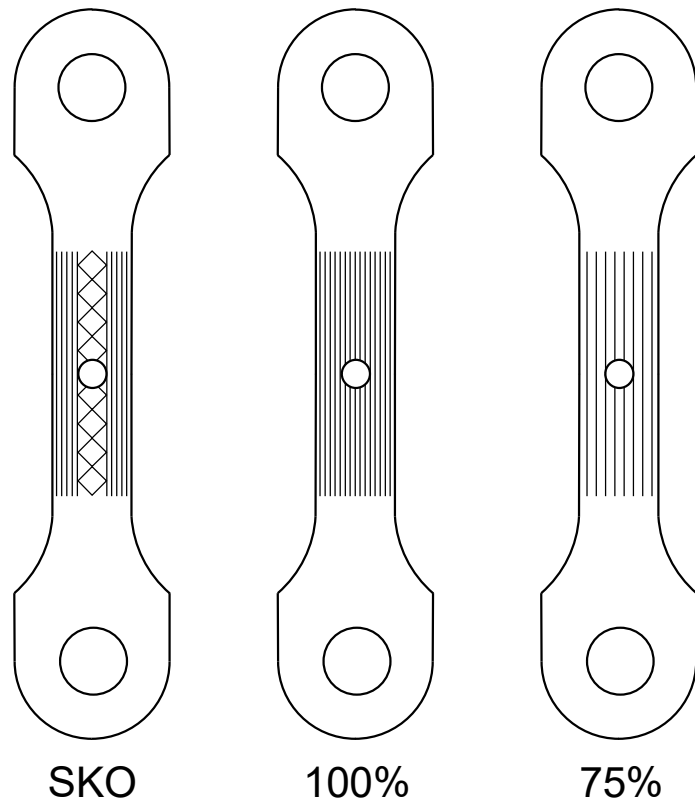


Ergebnisse

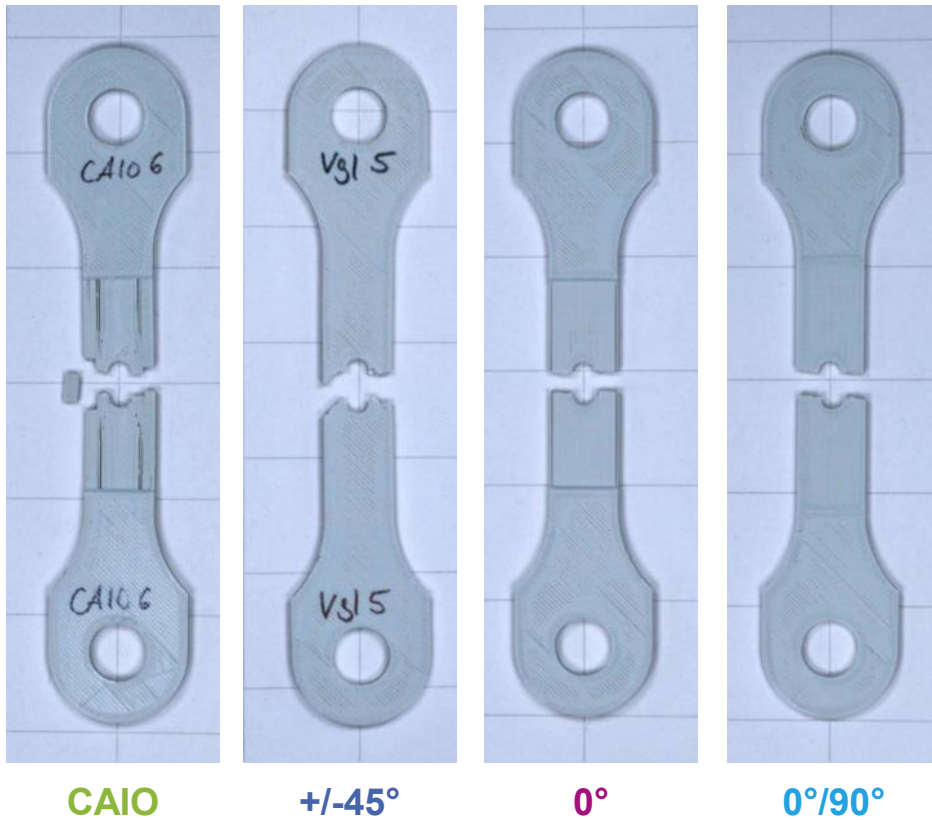
CAIO optimierte Proben und Vergleichsproben



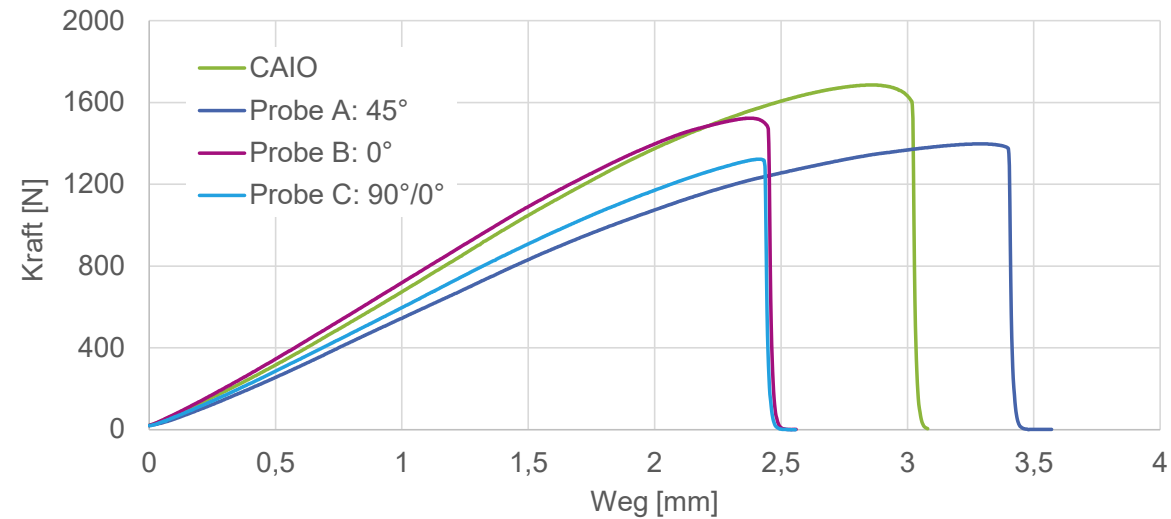
SKO optimierte Proben und Vergleichsproben



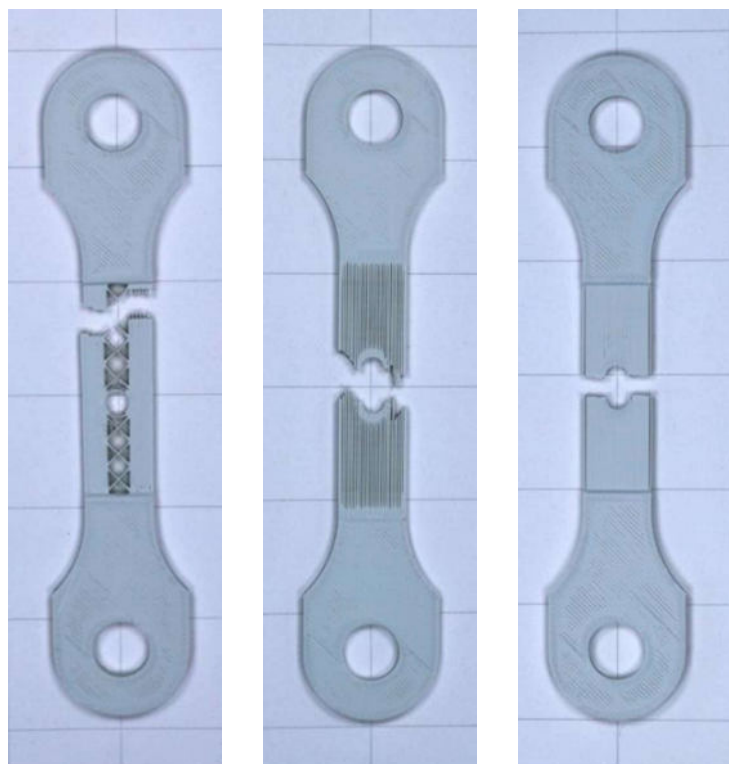
CAIO: Bruchlast



Je fünf Proben	CAIO optimiert	+/- 45°	0°	90°/0°
Mittlere Bruchlast (Standardabweichung)	1680 N (39 N)	1350 N (43 N)	1530 N (6N)	1312 N (13 N)
Relative Bruchlast	124%	100%	113%	97%



SKO: Bruchlast

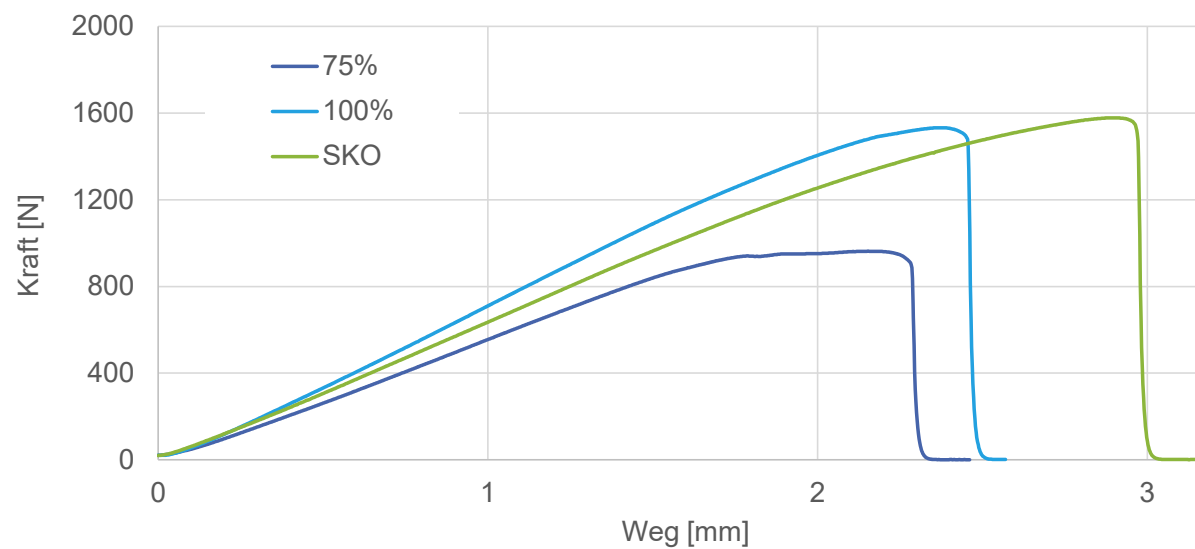


SKO

75% (0°)

100% (0°)

Je fünf Proben	SKO optimiert	75% Füllgrad, 0°	100% Füllgrad, 0°
Mittlere Bruchlast (Standardabweichung)	1613 N (21 N)	952 N (31 N)	1530 N (6 N)
Relatives Gewicht	75%	75%	100%
Relative Bruchlast	119%	71%	113%



Fazit

**Strukturoptimierung bedingt Mehraufwand, eröffnet aber
besonders beim 3D Druck großes Potential zur
Belastbarkeitssteigerung und Materialeinsparung**

Nächste Schritte

- Komplexe Geometrien und Belastungszustände
- Kombination von Optimierungsmethoden (Topologie, Topographie und lokale Materialorientierung)



Iwiza Tesari

Karlsruher Institut für Technologie
Institut für Angewandte Materialien
Werkstoff- und Grenzflächenmechanik (IAM-MMI)

E-Mail: iwiza.tesari@kit.edu