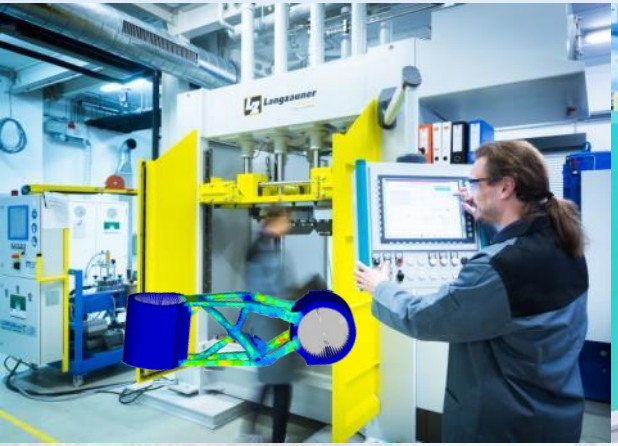


Kombinierte Optimierung von Bauteilstruktur und Material

DI Margit Lang
Department of Polymer Engineering and Science
Montanuniversitaet Leoben, Austria

KUNSTSTOFF TECHNIK LEOBEN

www.kunststofftechnik.at

Überblick

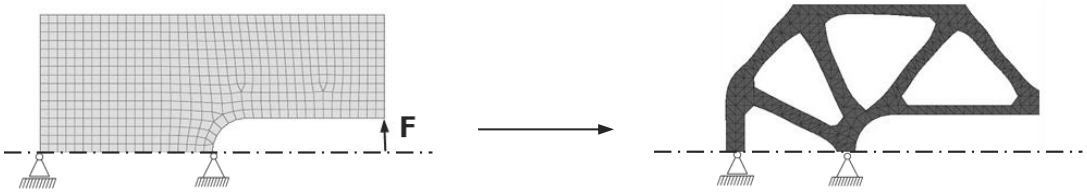
1. **Motivation**
2. **Modellierung und Optimierung**
3. **Ergebnisse**
4. **Schlussfolgerung**

Motivation

"State of the Art"

Topologieoptimierung

Allgemeinster Zugang zur Optimierung einer Bauteilstruktur.



Materialoptimierung

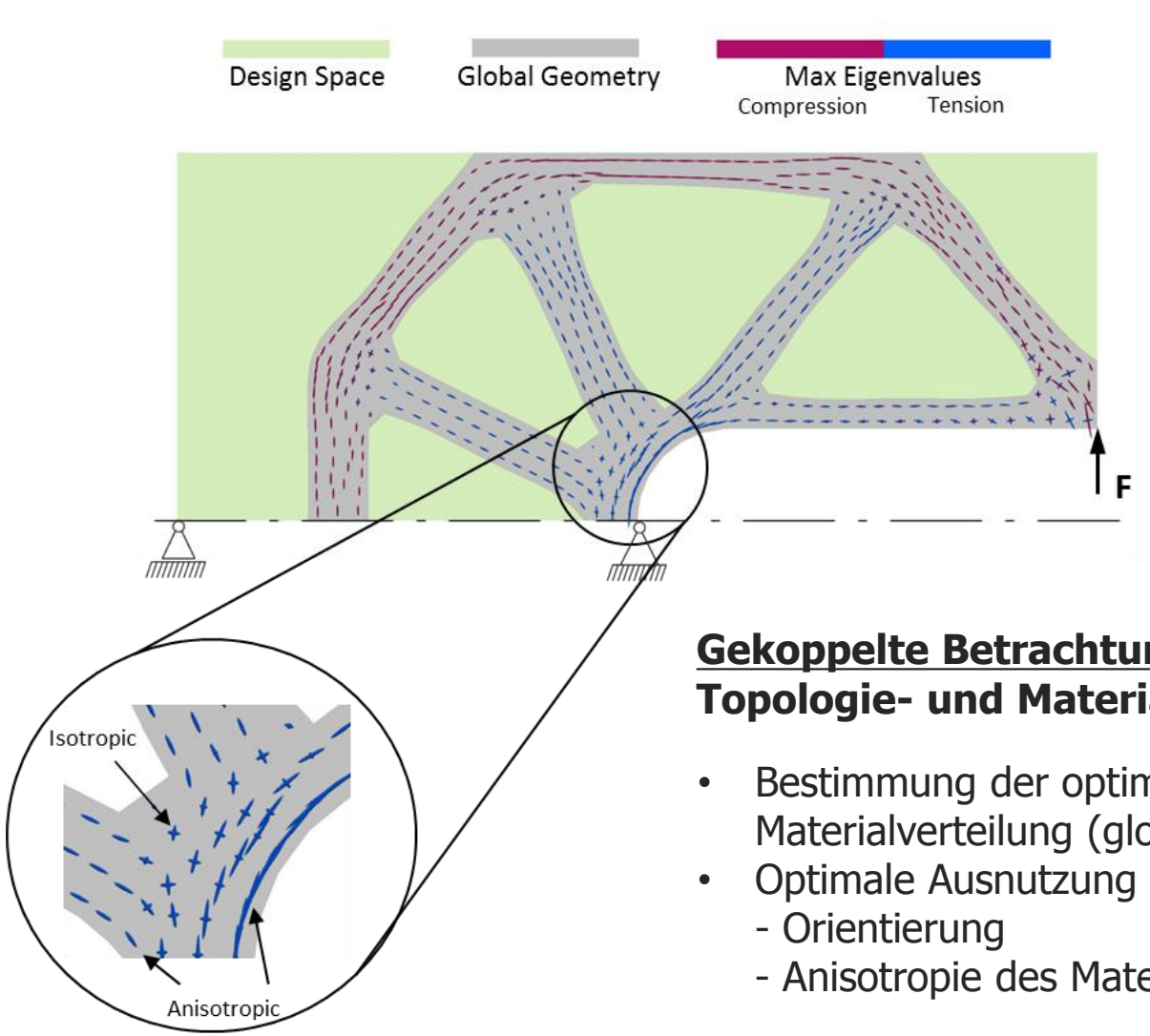
DMO
(Diskrete Materialoptimierung)

- Begrenzte Anzahl vordefinierter Kandidatenwinkel / Materialien
- Direktes Auffinden einer physikalisch sinnvollen Lösung
- Sehr restriktiver Ansatz
- Problematik: lokale Optima

FMO
(Freie Materialoptimierung)

- Optimale lokale Materialeigenschaften (Designvariable = Einträge des Steifigkeitstensors)
- Problematik: Physikalisch sinnvolle Lösungen / fertigungstechnische Realisierbarkeit ?

Motivation



<u>Gekoppelte Betrachtung</u> von Topologie- und Materialoptimierung!

- Bestimmung der optimalen räumlichen Materialverteilung (globale Geometrie = Topologie)
- Optimale Ausnutzung des Materials
  - Orientierung
  - Anisotropie des Materialtensors

BESO (Bi-Evolutionäre Strukturoptimierung)

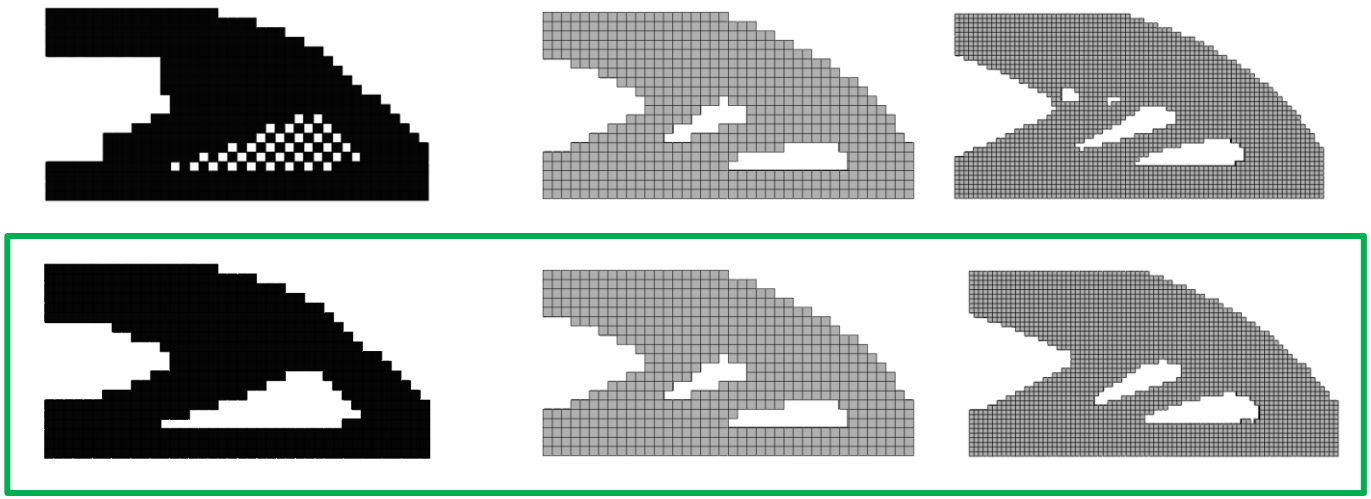
- Originalcode für isotropes Material
  Zhi Hao Zuo et. al, *"A simple and compact Python code for complex 3D topology optimizaiton"*, Elsevier, 2015

- Elementbasierte, diskrete Materialformulierung ('0-1' Design)

- Problematik: Instabilität der Lösung

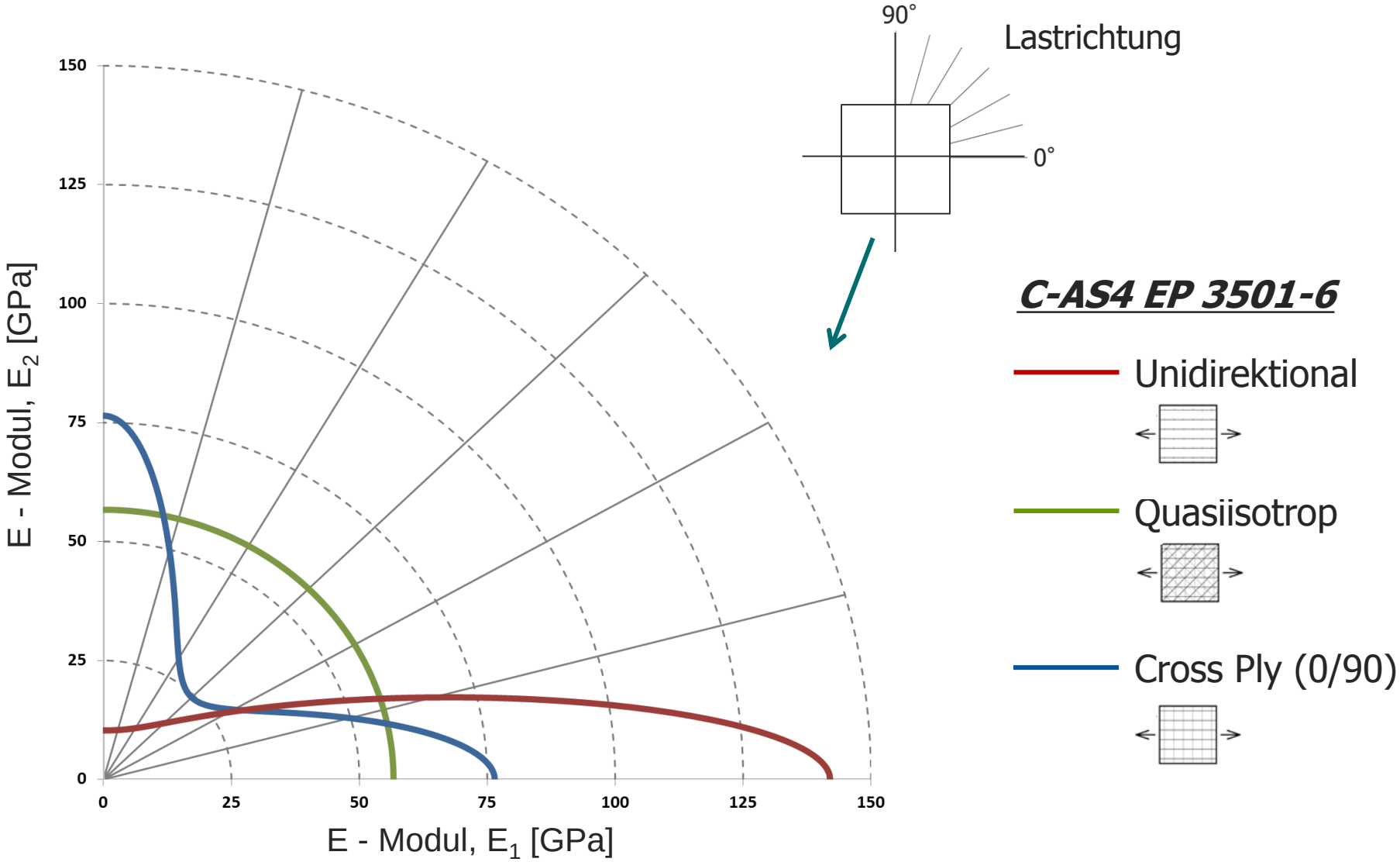
Checkerboards

Netzabhängigkeit



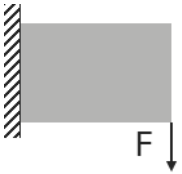
Anwendung eines Filters für Elementsensitivitäten

Modellierung und Optimierung

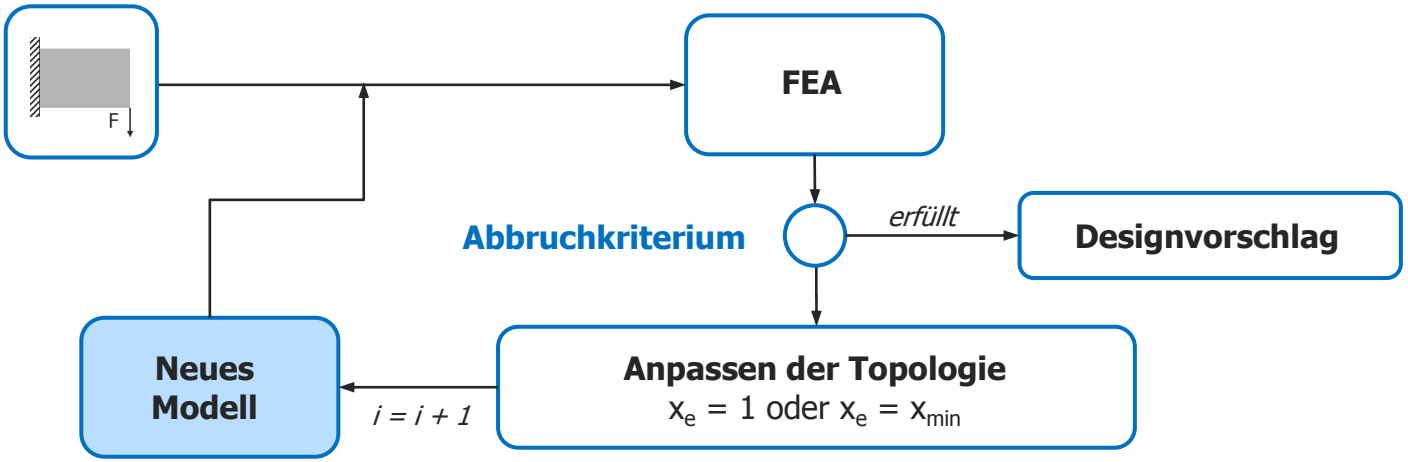


BESO_Topo_Quasiisotrop (Abkürzung TO-Q)

Geometrie:

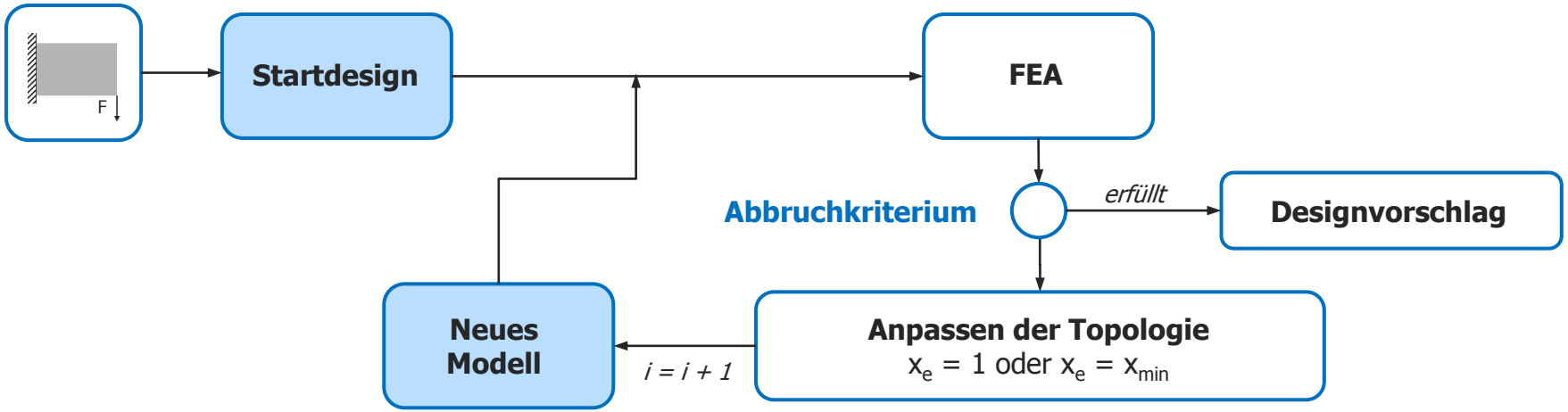


Problemdefinition: Zielfunktion „Minimiere Nachgiebigkeit" unter Berücksichtung einer Volumensrestriktion



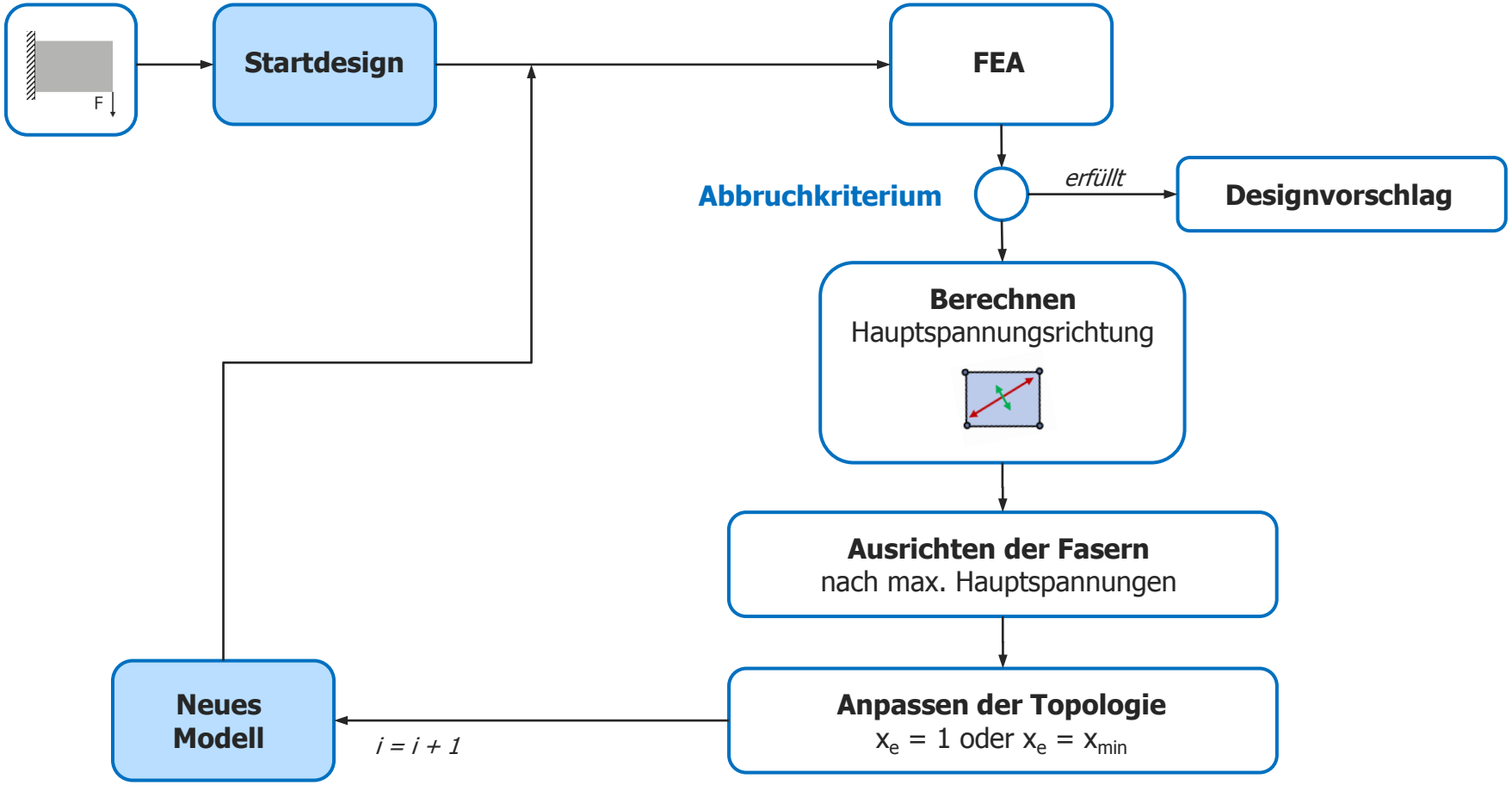
Modellierung und Optimierung

BESO_Topo_Anisotrop (Abkürzung TO-A)



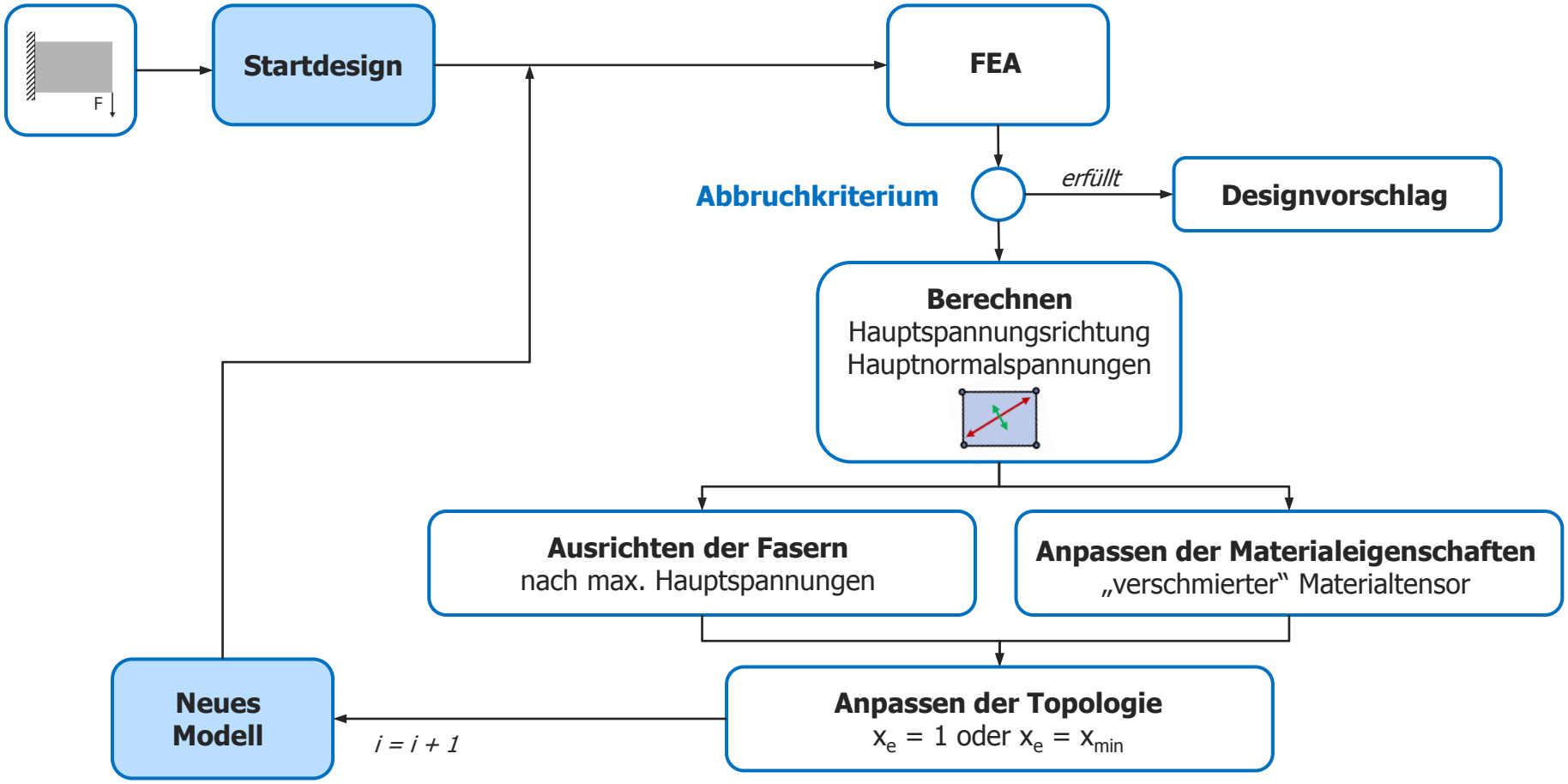
Modellierung und Optimierung

BESO_Topo_Anisotrop_Orient (Abkürzung TO-AO)



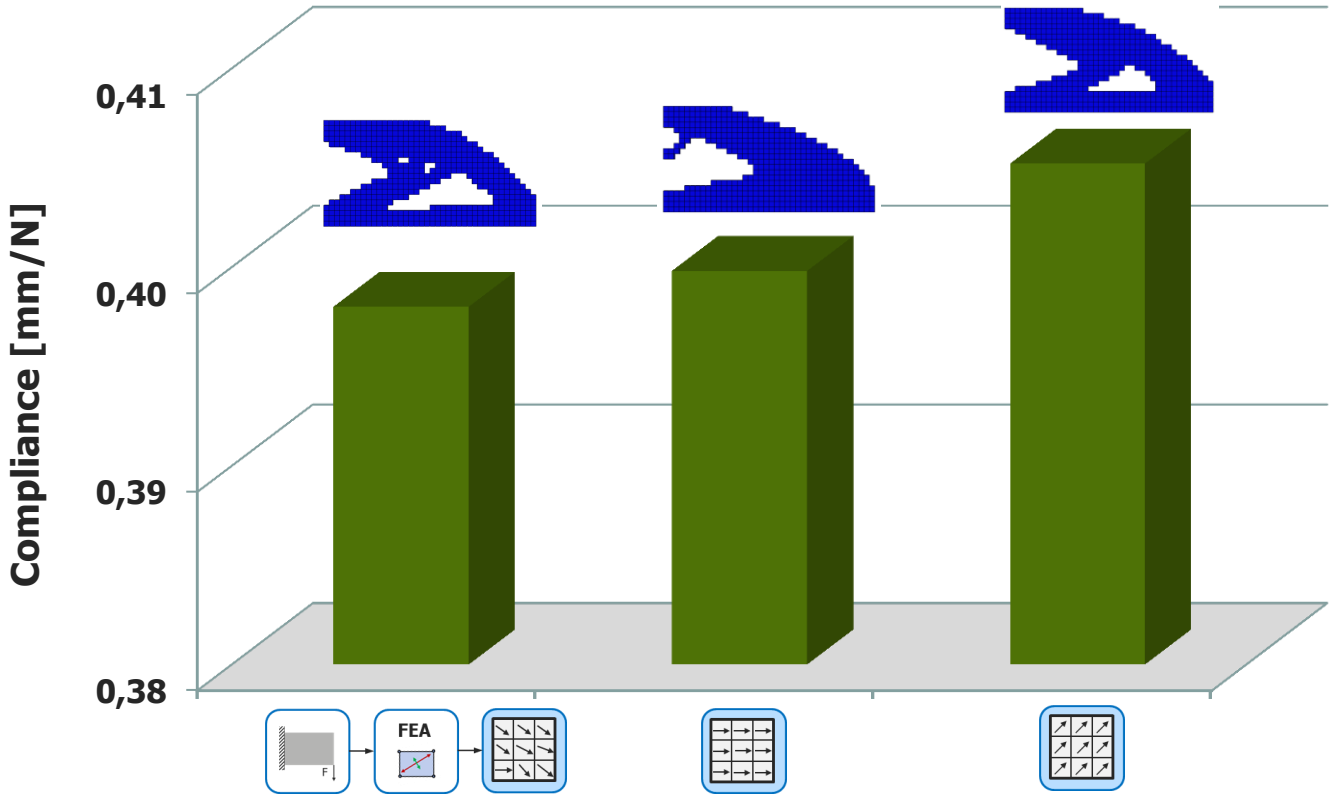
Modellierung und Optimierung

BESO_Topo_Anisotrop_Orient_Material (Abkürzung TO-AOM)



Ergebnisse

Vergleich unterschiedlicher Startdesigns für die Optimierung

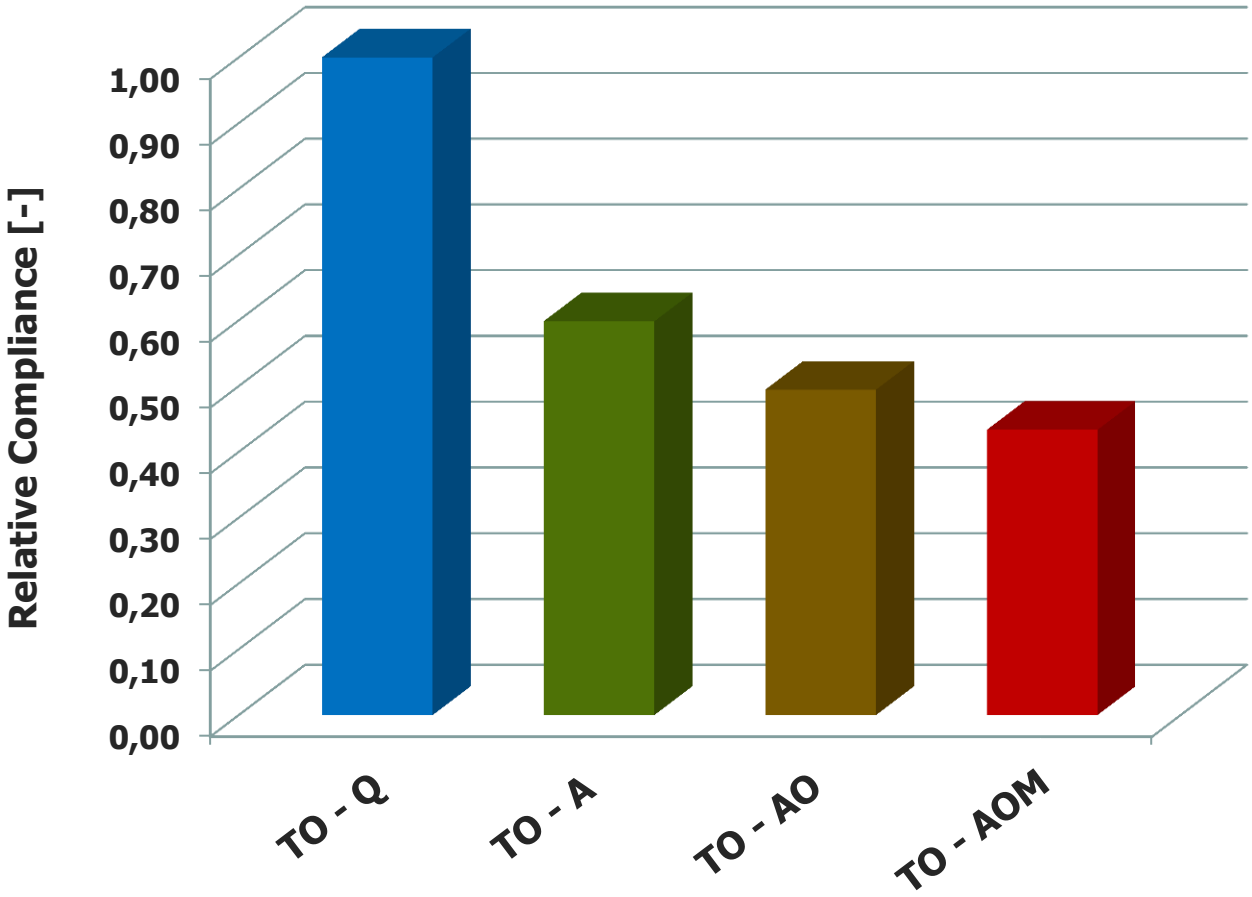


- **TO - AO**

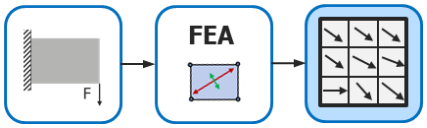
  Min Compliance
  VolFrac 0.65

Ergebnisse

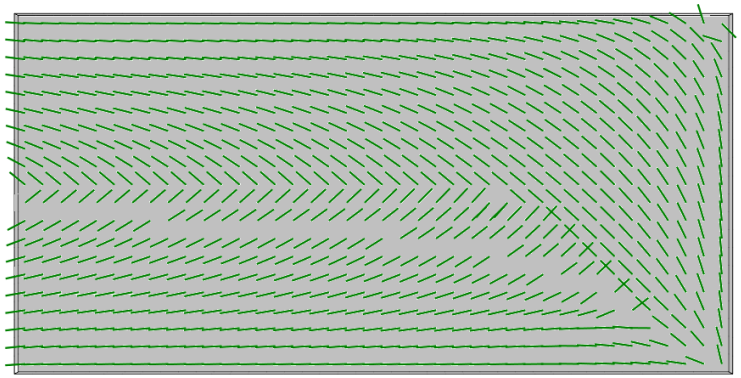
Vergleich unterschiedlicher Optimierungsmethoden



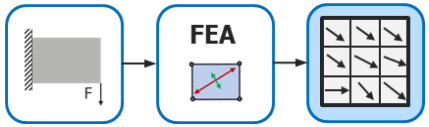
Startdesign

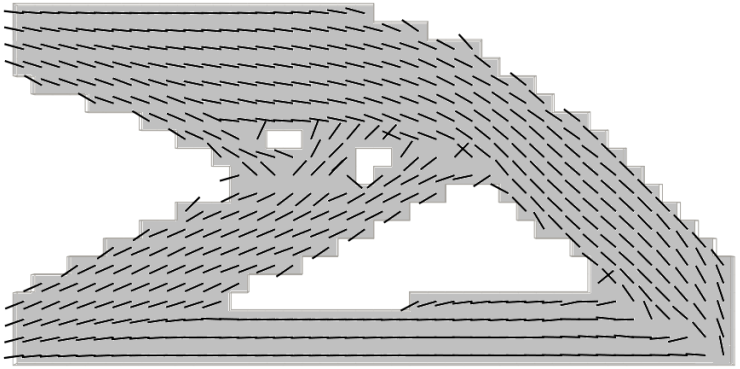


Min Compliance
VolFrac 0.65

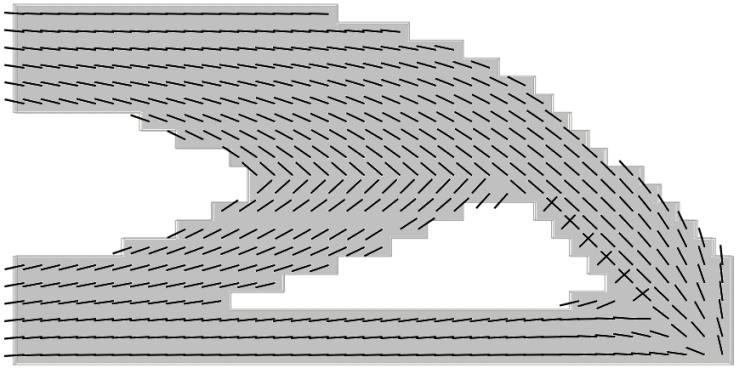


Startdesign

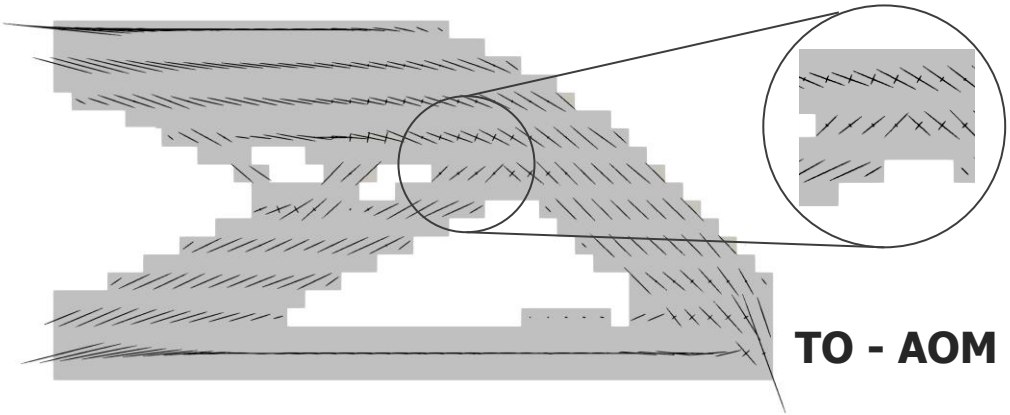




TO - A



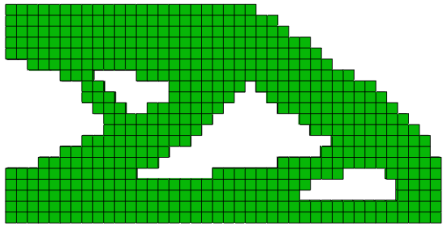
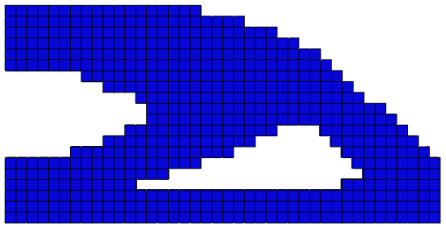
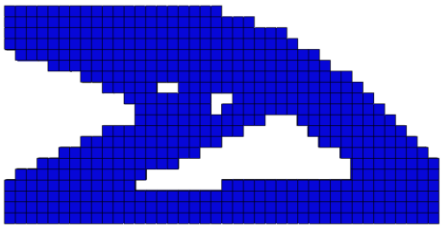
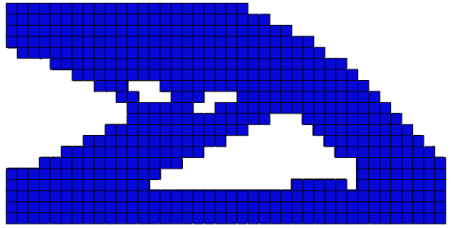
TO - AO



TO - AOM

Ergebnisse

Vergleich unterschiedlicher Optimierungsmethoden

TO - Q	TO - A	TO - AO	TO - AOM
			
Verbesserung der Compliance in Bezug auf Standardmethode	40,2 %	50,6 %	56,7 %

Schlussfolgerungen

- **Erwartungshaltung** an die Kombination von Struktur- und Materialoptimierung → effizientere und leichtere Strukturen

- **Erweiterung** der bestehenden BESO-Methode (isotropes Materialverhalten)
  - ✓ Berücksichtigung anisotropen Materialverhaltens
  - ✓ Anpassen der Faserorientierung
  - ✓ Anpassen des Anisotropiegrades

- **Startdesign** hat einen wesentlichen Einfluss auf das Optimierungsergebnis (lokale Minima!) – bestes Ergebnis mit bevorzugter Faserorientierung bereits im Startdesign

- Ergebnisse zeigen **deutliches Verbesserungspotenzial** durch gekoppelte Topologie- und Materialoptimierung

Schlussfolgerungen

Weiterführende Arbeiten

- **Optimierung des Materialtensors**
  - ✓ Vernünftige Anzahl von Entwurfsvariablen
  - ✓ Physikalisch realistische Materialkonfiguration
  - ✓ Miteinbeziehen des Aspekts der Herstellbarkeit