

Rechnergestützte Optimierung von Faserverbundbauteilen

Entwicklung eines standardisierten Ablaufs für eine automatisierte Optimierung von Faserverbundbauteilen

Diplomand



Jonas Meienberger

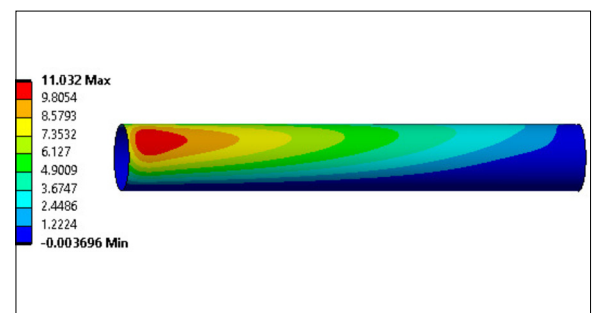
Einleitung: Faserverbundkunststoffe sind anisotrope Verbundwerkstoffe bestehend aus Fasern und Matrix und bieten eine hohe spezifische Festigkeit und vielseitige Anwendungsmöglichkeiten. Für langfaserverstärkte Faserverbundbauteile bestehen im Vergleich zu isotropen Werkstoffen mehrere Optimierungsmöglichkeiten. Beispiele dafür sind Faservolumengehalt, Faserwinkelausrichtung und Anzahl Lagen. Das durch die Faserorientierung bedingte anisotrope Verhalten in einer einzelnen Lage erschwert die Gestaltung eines optimalen Laminataufbaus. Mithilfe der rechnergestützten Optimierung können verschiedene Laminataufbauten in FE-Programmen generiert und berechnet werden. Die Netztheorie ermöglicht erste Abschätzungen zum Laminataufbau, die anschließend in der FEA analysiert und eventuell optimiert werden können. Eine weitere Möglichkeit der rechnergestützten Optimierung bieten evolutionäre Algorithmen. Basierend auf der Evolutionstheorie nach Charles Darwin, wird eine Population bestehend aus unterschiedlich parametrisierten Individuen erzeugt, welche laufend Selektions-, Rekombinations- und Mutationsprozesse durchlaufen, bis ein im Bezug auf eine gewählte Zielfunktion möglichst optimales Individuum (d.h. eine Lösung) entsteht.

Ziel der Arbeit: Das Hauptziel der Arbeit besteht darin, einen möglichst standardisierten Ablauf für eine automatisierte rechnergestützte Optimierung von Faserverbundkunststoffen zu entwickeln. Ein weiteres Ziel ist die Erstellung von einfachen Geometrien, an welchen händische und automatisierte Optimierungsversuche durchgeführt werden. Die beiden Optimierungsvarianten sollen anschliessend miteinander verglichen werden. Anhand des Vergleichs kann bewertet werden, ob durch den evolutionären Algorithmus die optimalen Lösungen gefunden werden und die Erkenntnisse daraus können für die Erstellung eines verallgemeinerten Ablaufs behilflich sein. Der erarbeitete Ablauf soll an einem komplexen Bauteil angewendet und verifiziert werden.

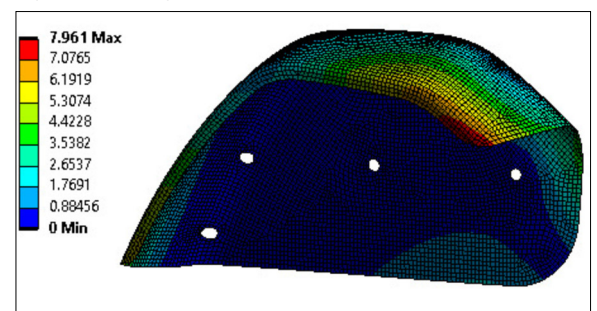
Ergebnis: Es wurden insgesamt drei verschiedene Bauteile optimiert; Ein Rohr mit fünf verschiedenen Lastfällen, ein Radkasten und ein Composite Bremshebel, welcher aus Geheimhaltungsgründen nicht veröffentlicht werden darf. Die grosse Anzahl an möglichen Inputparameter (z.B. Faserwinkel pro Lage, Anzahl Lagen und Ablageort) stellt in der Simulation eine Herausforderung dar, da dadurch unzählige potenzielle Lösungen generiert werden können. Durch Einschränkung der Parameter wie beispielsweise einer Symmetrievorgabe des Laminataufbaus, wird die Anzahl an potenziellen Lösungen signifikant reduziert und Berechnungszeit gespart. Je nach Komplexität der Geometrie, Lastfall oder Zielfunktion wird eine händische Lösungsfindung sehr aufwändig und eine automatisierte

rechnergestützte Optimierung kann von grossem Nutzen sein. Wie in der Arbeit hervorgeht, können mit dem erarbeiteten Workflow einfache Geometrien und Lastfälle mit einer klaren Zielfunktion automatisiert optimiert werden und die Lösungen fallen identisch zur händischen Optimierung aus. Bei komplexeren Geometrien stösst die händische Optimierung an ihre Grenzen und durch die automatisierte Optimierung werden grundsätzlich bessere Lösungen gefunden.

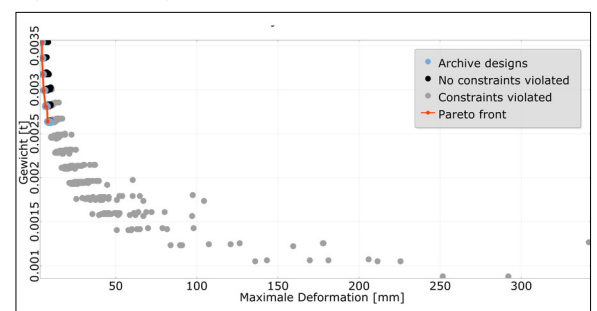
Erste Hauptspannung in MPa an einem Biegebelasteten Rohr mit abwechselnden 10° und -10° Faserwinkelausrichtungen
Eigene Darstellung



Gewichtsoptimierter Radkasten mit einer reduzierten totalen Deformation in mm im Vergleich zur händischen Optimierung
Eigene Darstellung



Output Werte der Lösungsfindung am Radkasten durch evolutionären Algorithmus
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Mario Studer

Korreferent

Daniel Marty,
Rapperswil, SG

Themengebiet

Kunststofftechnik,
Simulationstechnik