

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Motivation und Zielsetzung.....	1
1.2	Vorgehensweise und Struktur der Arbeit	3
2	Werkstoffe für Multi-Material-Bauteile und deren Anwendungen im Fahrzeugbau.....	5
2.1	Faser-Kunststoff-Verbunde als Werkstoffe für Multi-Material-Karosserien und -Bauteile ...5	
2.1.1	Einführung in die Faser-Kunststoff-Verbunde und deren werkstofflichen Bestandteile ..6	
2.1.1.1	Verstärkungsfasern.....	7
2.1.1.2	Kunststoffe	13
2.1.2	Ausgewählte Faser-Kunststoff-Verbund-Halbzeuge.....	14
2.1.2.1	Thermoplastische Halbzeuge/ Faserhalbzeuge.....	15
2.1.2.2	Duroplastische Halbzeuge	19
2.2	Multi-Material-Bauteile/ Hybridbauteile im Fahrzeugbau.....	21
3	Methoden zur Auslegung von FKV-und Multi-Material-Bauteilen.....	24
3.1	Methoden zur Auslegung von FKV-Bauteilen	25
3.1.1	Optimierung von Faserorientierungen und Laminataufbau.....	25
3.1.2	Bauteilauswahl zur Substitution und Vorschlag Laminataufbau auf Basis der (anisotropen) Belastungen.....	35
3.1.3	Modifizierte Durst-Methode gemäß GROTE & FANG (FastCon-LAiV).....	40
3.1.4	Weitere Methoden zur Auslegung/ Optimierung von FKV-Methoden.....	48
3.1.5	Kommerzielle Software	53
3.2	Methoden zur Auslegung von Multi-Material-Bauteilen	55
3.2.1	Ein Ansatz zur Auslegung mechanisch beanspruchter Multi-Material-Bauteile.....	57
3.2.2	Eine neue numerische Methode für die Potenzialanalyse und den Entwurf von Hybridkomponenten auf Basis von Gesamtfahrzeugsimulationen: Implementierung und Komponentendesign.....	60
3.2.3	Entwurfsmethodik für crashbelastete Hybridbauteile.....	63
3.3	Vergleichende Bewertung der existierenden Methoden und Zusammenfassung der bestehenden Defizite.....	65
4	Ein neuer simulationsbasierter Ansatz zur Initialauslegung von Multi-Material-Bauteilen: Fast Conception Hybrid-Components (FastCon-HyCo).....	68
4.1	Defizite FastCon-LAiV	72
4.2	Ablauf von FastCon-HyCo	76
4.2.1	Datenaufbereitung	77
4.2.1.1	Input des Anwenders	77
4.2.1.2	Input des FE-Modells	79

4.2.1.3 Anwendereingaben über die GUI	81
4.2.2 Analyse des Belastungszustandes	82
4.2.2.1 Berechnung der Hauptnormalspannungen und Hauptnormalkraftflüsse	83
4.2.2.2 Berechnung des Anisotropiekennwertes	85
4.2.3 Clustern	88
4.2.3.1 Cluster-Generierung	88
4.2.3.2 Cluster-Reduktion	100
4.2.3.3 Spezifischen KOS zur absoluten Winkelangabe der Cluster	104
4.2.4 Material-Verteilungs-Optimierung (MVO)	106
5 Einsatz von FastCon-HyCo im Auslegungsprozess und praktische Anwendung	113
5.1 Anwendung auf „Probenebene“	114
5.1.1 Uniaxiale Belastung eines Kreuzes	114
5.1.2 Biaxiale Belastung eines Kreuzes/ Kreuzzugversuch	121
5.1.3 Sensitivität des Cluster-Algorithmus auf Anwender-Input am Beispiel eines Kreuzes	127
5.1.4 Anwendung auf ein Kreisquerschnitt	128
5.2 Anwendung auf Bauteilebene	131
5.2.1 Anwendung zur Auslegung eines Dachquerträgers	131
5.2.1.1 Definition der Randbedingungen und Ergebnisse aus FastCon-HyCo	131
5.2.1.2 CO ₂ -Bilanz unterschiedlicher DQT-Konzepte im Vergleich	138
5.2.1.3 Modifizierung der Ergebnisse aus FastCon-HyCo zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften	140
5.2.1.4 Zusammenfassung der Anwendung von FastCon-HyCo auf einen DQT	142
5.2.2 Anwendung auf eine PKW-Tür	143
6 Zusammenfassung und Ausblick	150
6.1 Zusammenfassung	150
6.2 Ausblick	153
7 Literaturverzeichnis	154
8 Anhang	163
8.1 A: Manuelles Erstellen des modifizierten Input-Files für FastCon-HyCo	163
8.2 B: CO ₂ -Bilanz DQT	164
8.3 C: Details der verwendeten FE-Modelle in ABAQUS	165