

## 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 einen 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 <sub>2</sub> -Bilanz unterschiedlicher DQT-Konzepte im Vergleich .....	138
5.2.1.3	Modifizierung der Ergebnisse aus <i>FastCon-HyCo</i> 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 <sub>2</sub> -Bilanz DQT .....	164
8.3	C: Details der verwendeten FE-Modelle in ABAQUS .....	165