

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Lösungsansatz.....	2
2 Stand der Wissenschaft und Technik	5
2.1 Klassifizierung und Eigenschaften.....	5
2.1.1 Einordnung hybrider Bauweisen.....	5
2.1.2 Charakteristik hybrider Laminate	6
2.2 Rissinitiiierung, -wachstum und -überbrückung	10
2.3 Herstellungsbedingte Eigenspannungen.....	12
2.4 Mechanische Prüfmethoden	15
2.4.1 Quasi-statische Versuche	15
2.4.2 Dynamische Versuche	16
2.5 Subkomponenten.....	17
2.5.1 Verstärkungsfasern	17
2.5.2 Kunststoffe.....	18
2.5.3 Metalllegierungen	18
2.6 Oberflächenvorbehandlungen und Interfacegestaltung	20
2.7 Hybride Laminate mit duroplastischen Matrixsystemen.....	22
2.8 Hybride Laminate mit thermoplastischen Matrixsystemen.....	26
2.9 Herstellungsmethoden und Konsolidierung	29
2.10 Berechnung und Auslegung	33
2.10.1 Metallvolumengehalt	33
2.10.2 Mischungsregel	34
2.10.3 Klassische Laminattheorie	34
2.10.4 Phänomene bei der Feuchtigkeitsabsorption.....	35
2.10.5 Thermisch induzierte Eigenspannungen	36
2.11 Versagensmechanismen	37
3 Materialien und experimentelle Untersuchungen	39
3.1 Versuchsplanung.....	39
3.2 Verwendete Werkstoffe und Eigenschaften	41

Inhaltsverzeichnis

3.3	Herstellung kontinuierlich faserverstärkter Kunststofftapes	44
3.4	Fertigungsstudien und Prozessfenster	45
3.4.1	Oberflächenvorbehandlung der Aluminiumlegierung.....	45
3.4.2	Entwicklung des Konsolidierungsprozesses.....	46
3.4.3	Versuchsvarianten	48
3.4.4	Probenpräparation und -analyse	49
3.5	Mikrostrukturell-analytische Charakterisierung.....	50
3.5.1	Analyse der Imprägniergüte.....	50
3.5.2	Faser- und Metallvolumengehalt.....	50
3.5.3	Physikalische Eigenschaften	50
3.5.4	Oberflächenanalyse	51
3.5.5	Versagensverhalten und Fraktographie	52
3.6	Mechanisch-technologische Charakterisierung	53
3.6.1	Quasi-statische Zug- und Biegeversuche	53
3.6.2	Biege-Ermüdungsversuche mit konstanter Amplitude....	57
3.7	Analytische Berechnung und Annahmen	58
3.7.1	Quasi-statische Kennwerte und mechanische Energiedichte	58
3.7.2	Makromechanische Eigenspannungen	58
4	Versuchsergebnisse und Diskussion	61
4.1	Analyse des Konsolidierungsprozesses	61
4.2	Optische Analysen und Einflussparameter	63
4.2.1	Oberflächenanalyse der Aluminiumlegierung.....	63
4.2.2	Imprägniergüte	65
4.2.3	Faser- und Metallvolumengehalt.....	67
4.2.4	Glasübergangs-, Schmelz- und Zersetzungstemperatur	69
4.3	Anwendung der Näherungsformeln.....	70
4.3.1	Quasi-statische Eigenschaften.....	70
4.3.2	Sensitivitätsanalyse der Eigenspannungen	76
4.4	Praxisrelevante Halbzeugprüfungen	81

4.4.1	Quasi-statische Zugeigenschaften unter medialen Belastungen Untersuchungen unter Raumtemperatur.....	81
4.4.2	Quasi-statische Biegeeigenschaften unter medialen Belastungen Untersuchungen unter Raumtemperatur ...	111
4.4.3	Dynamische Biegeversuche unter Wechselbelastung ...	134
5	Bewertung der erzielten Ergebnisse	139
6	Ausgewählte Leichtbaulösungen	156
7	Zusammenfassung und Ausblick	161
	Abbildungsverzeichnis.....	165
	Tabellenverzeichnis.....	171
	Literaturverzeichnis.....	173
	Anlagen	213