

# Inhaltsverzeichnis

<b>Nomenklatur</b>	<b>12</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>17</b>
1.1 Motivation . . . . .	17
1.2 Ziel der Arbeit . . . . .	18
1.3 Aufbau der Arbeit . . . . .	19
<b>2 Theoretische Grundlagen</b>	<b>21</b>
2.1 Lineare Elastizitätstheorie . . . . .	21
2.2 Mechanik ebener Laminate . . . . .	27
2.2.1 Klassische Laminattheorie . . . . .	27
2.2.2 Schubdeformationstheorie 1. Ordnung . . . . .	31
2.3 Plastizitätstheorie . . . . .	33
2.4 Klassische Versagenskriterien . . . . .	35
2.5 Grundlagen der Bruchmechanik . . . . .	36
2.5.1 Linear-elastische Bruchmechanik . . . . .	37
2.5.2 Elastisch-plastische Bruchmechanik . . . . .	40
2.6 Finite Bruchmechanik . . . . .	44
<b>3 Zum Stand der Forschung von Klebverbindungen</b>	<b>49</b>
3.1 Allgemeine Betrachtungen . . . . .	49
3.1.1 Versagensarten von Klebverbindungen . . . . .	51
3.1.2 Klebschichtdickeneffekt . . . . .	52
3.1.3 Konstruktive Verbesserungen von Klebverbindungen . . . . .	53
3.2 Spannungsanalyse von Überlappungsfügungen . . . . .	56
3.2.1 Linear-elastisches Materialverhalten . . . . .	56
3.2.2 Elastisch-plastisches Materialverhalten . . . . .	59
3.3 Versagensbewertung . . . . .	62
<b>4 Analyse von Klebverbindungen mit spröden Klebstoffen</b>	<b>69</b>
4.1 Einführung . . . . .	69
4.2 Modellierung der Klebverbindung . . . . .	70
4.3 Differentialgleichungssystem . . . . .	72
4.3.1 Herleitung und Lösungsansätze . . . . .	73
4.3.2 Randbedingungen . . . . .	77
4.4 Vergleich der Spannungslösung mit Finite-Elemente-Analysen . . . . .	78
4.5 Versagensbewertung mittels analytischer Lösung . . . . .	82
4.5.1 Berechnung der Energiefreisetzungsrate . . . . .	83
4.5.2 Umsetzung des gekoppelten Kriteriums . . . . .	84
4.6 Versagensbewertung mittels numerischem Modell . . . . .	87

4.7	Ergebnisse . . . . .	90
4.7.1	Einfluss der einzelnen Versagenskriterien . . . . .	90
4.7.2	Vergleich analytischer, numerischer und experimenteller Daten . . . . .	91
4.8	Einfluss der Sprödigkeit auf die Versagensbewertung . . . . .	96
4.9	Grenzen des Modells . . . . .	99
4.10	Anmerkungen und Ausblick . . . . .	100
<b>5</b>	<b>Analyse von Gradientenklebverbindungen</b>	<b>101</b>
5.1	Einführung . . . . .	101
5.2	Modellierung des Gradientenklebstoffes . . . . .	102
5.3	Differentialgleichungssystem . . . . .	102
5.3.1	Herleitung und Potenzreihenlösungsansatz . . . . .	102
5.3.2	Randbedingungen . . . . .	105
5.4	Ergebnisse . . . . .	106
5.4.1	Konvergenz der Ergebnisse . . . . .	108
5.4.2	Vergleich mit Finite-Elemente-Analysen . . . . .	109
5.5	Studien . . . . .	110
5.5.1	Einfluss des Gradierungsprofils . . . . .	112
5.5.2	Einfluss des Steifigkeitsverhältnisses . . . . .	113
5.5.3	Optimierung des Gradierungsprofils . . . . .	114
5.6	Anmerkungen und Ausblick . . . . .	119
<b>6</b>	<b>Analyse von Klebverbindungen mit duktilen Klebstoffen</b>	<b>121</b>
6.1	Einführung . . . . .	121
6.2	Modellierung der Klebstoffplastizität . . . . .	122
6.3	Differentialgleichungssystem . . . . .	123
6.3.1	Herleitung und Lösung . . . . .	123
6.3.2	Randbedingungen . . . . .	125
6.4	Ergebnisse und Studien . . . . .	125
6.4.1	Vergleich mit Finite-Elemente-Analysen . . . . .	127
6.4.2	Einfluss der Spannungs-Dehnungskurvenapproximation . . . . .	128
6.4.3	Einfluss der Vergleichsspannung . . . . .	130
6.5	Versagensbewertung mittels analytischem Modell . . . . .	131
6.6	Ergebnisse . . . . .	133
6.7	Anmerkungen und Ausblick . . . . .	138
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>141</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>143</b>