

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Symbole und Abkürzungen	VIII
1 Einleitung	1
1.1 Allgemeines.....	1
1.2 Delamination in Schichtverbundwerkstoffen	3
1.3 Modellbildung und Problemstellung.....	5
2 Linear-elastische Bruchmechanik.....	7
2.1 Spannungsintensitätsfaktoren.....	8
2.2 Energiefreisetzungsraten.....	11
2.3 J-Integral.....	14

3	Numerische Methoden zur Berechnung der Energiefreisetzungsraten.....	16
3.1	Globale Energiemethode.....	17
3.2	Lokale Energiemethoden.....	19
3.2.1	Virtuelle Rißschließungsintegral-Methode.....	19
3.2.2	Modifizierte virtuelle Rißschließungsintegral-Methode.....	25
4	Kontaktanalyse und Reibungseinfluss bei Delamination	28
4.1	Analytisches Modell des Kontaktproblems.....	28
4.2	Reibungseinfluß auf die Energiefreisetzungsraten.....	31
4.3	Numerische Berechnung der Energiefreisetzungsraten bei Rißuferkontakt und Reibung	34
5	2D-Delaminationsanalyse an Schichtverbundlaminate.....	38
5.1	Theoretische Grundlagen des Laminatbalkens.....	38
5.1.1	Grundlegende Beziehungen anisotroper Körper.....	38
5.1.2	Laminatbalkentheorie.....	43
5.2	Analytische Lösung für Laminatbalken mit Matrixbiegeri.....	47
5.3	2D FE-Analyse der Delamination.....	51
5.3.1	Delamination infolge eines Matrixbiegerisses.....	52
5.3.2	Delamination infolge eines Matrixschubrisse.....	55
5.3.2.1	Modell mit Riuferdurchdringung.....	55
5.3.2.2	Modell mit Riuferkontakt ohne Reibung.....	58
5.3.2.3	Modell mit Riuferkontakt und Reibung.....	60
5.3.3	Delamination infolge auermittiger Matrixschubrisse.....	69
6	3D-Analysen bei isotropen und orthotropen Probenkrpern	84
6.1	Dreipunktbiegeprobe aus isotropem Material.....	85
6.2	Dreipunktbiegeproben aus orthotropem Material.....	100
6.2.1	Matrixriuntersuchung bei orthotropem Material.....	101
6.2.2	Delaminationsanalyse bei Cross-Ply-Laminat mit Matrixri.....	104

6.2.2.1 3D-Delaminationsanalyse infolge eines Matrixbiegerisses.....	105
6.2.2.2 3D-Delaminationsanalyse infolge eines Matrixschubrisse.....	108
7 Experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung der Interlaminaren Bruchzähigkeit.....	111
7.1 Allgemeines.....	111
7.2 Probengeometrien und Testdurchführungen.....	114
7.2.1 Mode I-Test.....	114
7.2.2 Mode II-Test.....	116
7.2.3 Mixed-Mode-Untersuchung.....	118
7.3 Ermittlung der Energiefreisetzungsraten.....	119
7.4 Ergebnisse und Diskussion.....	123
8 Zusammenfassung und Ausblick.....	131
Literaturverzeichnis.....	134