

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Problemstellung	3
3	Grundlagen	5
3.1	Thermoelastizitätstheorie	5
3.1.1	Grundgleichungen für homogene isotrope Materialien	5
3.1.2	Grundgleichungen für Zwei-Phasen-Verbunde	6
3.2	Wärmeleitung	7
3.3	Grundlagen der Bruchmechanik	8
3.3.1	Rißöffnungsarten	9
3.3.2	Energiefreisetzung an einer Rißspitze	9
3.3.3	Das J-Integral für beliebig gekrümmte Risse	12
3.3.4	Zusammenhang zwischen J-Integral und Energiefreisetzungsrate	19
3.3.5	Rißausbreitungskriterien	20
4	Finite-Element Implementation	23
4.1	Numerische Implementierung des Rißschließungsintegrals	23
4.2	Numerische Implementierung des J-Integrals	27
4.2.1	Volumenintegration	30
4.2.2	Oberflächenintegration	35
4.3	Ablaufschemas der Post-Prozessoren	44
5	Experimentelle Untersuchungen	46
5.1	Modell	47
5.2	Modellmaterialien	48
5.2.1	Glas	49
5.2.2	Aluminium	50
5.2.3	Araldit B	50
5.2.4	Materialverbindung	51
5.3	Versuchsaufbau	52
5.4	Versuchsdurchführung	55
5.5	Versuchsauswertung	56
5.6	Ergebnisse	58
5.6.1	Materialkombination "optisches Glas SF11/BK7/Araldit"	58
5.6.2	Materialkombination "optisches Glas SF11-Aluminium"	62
5.6.3	Materialkombination "optisches Glas BK7-Aluminium"	67

6	Numerische Untersuchungen	71
6.1	Numerische Verifikation	72
6.1.1	Griffith - Riß	72
6.1.2	Schräger Eckenriß in einer rechtwinkligen Platte unter Zugbeanspruchung	75
6.1.3	Penny-shaped-crack unter Zugbelastung	78
6.2	Vergleich verschiedener Diskretisierungen der Rißspitzenumgebung	81
6.3	Wegunabhängigkeit des J-Integralvektors für gekrümmte Rißfronten	83
6.4	Singuläre Rißspitzenelemente	87
6.5	Materialkombination "optisches Glas SF11/Aluminium"	88
6.5.1	Anwendung des 3D-MVCCI im 4. Schritt	92
6.5.2	Ergebnisse des EDI im 4. Schritt	94
6.5.3	Vergleich der Energiefreisetzungsraten	97
6.5.4	Energiefreisetzungsraten für verschiedene Schritte	98
6.6	Materialkombination "optisches Glas BK7/Aluminium"	99
6.6.1	Anwendung des 3D-MVCCI im 3. Schritt	101
6.6.2	Ergebnisse des EDI im 3. Schritt	103
6.6.3	Vergleich der durch unterschiedliche Methoden bestimmten Gesamtenergiefreisetzungsrate	104
6.6.4	Energiefreisetzungsraten bei wachsender Rißausbreitung	105
7	Zusammenfassung	107
8	Anhang	109
8.1	Materialkombination "optisches Glas SF11/Aluminium"	109
8.1.1	Rißfortschrittsstadium 1	110
8.1.2	Rißfortschrittsstadium 2	113
8.1.3	Rißfortschrittsstadium 3	116
8.1.4	Rißfortschrittsstadium 4	120
8.1.5	Rißfortschrittsstadium 5	123
8.2	Materialkombination "optisches Glas BK7/Aluminium"	127
8.2.1	Rißfortschrittsstadium 1	127
8.2.2	Rißfortschrittsstadium 2	129
8.2.3	Rißfortschrittsstadium 3	131
8.2.4	Rißfortschrittsstadium 4	134
8.2.5	Rißfortschrittsstadium 5	136
9	Literatur	139