Inhaltsverzeichnis

Übersicht vii

Abstract viii

Abbildungsverzeichnis xiii

Tabellenverzeichnis xvii

Symbolverzeichnis xix

1 Motivation 1
1.1 Stand der Forschung . . . 3
1.1.1 Einfluss von Rissen auf das Stabilitätsverhalten . . . 4
1.1.2 Einfluss von Krümmungen auf Risse . . . 4
1.2 Darstellung der Vorgehensweise . . . 6

2 Grundlagen 7
2.1 Bruchmechanik . . . 7
2.1.1 Rissbeanspruchungsarten . . . 8
2.1.2 Spannungs- und Verschiebungsfeld an einer Rissspitze . . . 8
2.1.3 Berechnung der Spannungsintensitätsfaktoren K . . . 10
2.1.4 Energiefreisetzungsrate G . . . 13
2.1.5 J-Integral . . . 14
2.1.6 Rissfortschritt bei zyklischer Belastung . . . 15
2.2 Stabilitätsverhalten von Schubpanels . . . 17
2.2.1 Berechnung des kritischen Beulwertes . . . 17
2.2.2 Zug- und Druckfelder unter Schubbelastung . . . 18
2.3 Finite Elemente Methoden . . . 19
2.3.1 Nichtlineare Finite Elemente Methode . . . 20
2.3.2 Bruchmechanik in der FEM . . . 20
2.3.3 Stabilitätsberechnung . . . 24

3 Versuche 25
3.1 Versuchsaufbau . . . 25
3.1.1 Prüfeinrichtung PApS . . . 25
3.1.2 Messtechnik . . . 27
3.2 Versuchsvorbereitung . . . 32
3.3 Versuchsdurchführung . . . 33

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

3.4 Darstellung und Vergleich der Versuchsergebnisse 35
3.4.1 Referenz-Panel T_2.0_40_o+Z1 35
3.4.2 Veränderung der Rissorientierung α - Panels T_2.0_40_o+Z1-3 43
3.4.3 Veränderung der Paneldicke t - Panels T_3.2_83_o+Z1-3 45
3.4.4 Veränderung der Schubkraft $F_{S,max}$ - diverse Panels 47
3.4.5 Veränderung der Rissposition x, y - Panels T_2.0_40(50)_o+A1 49
3.4.6 Variation der Belastungsart - Panels T_2.0_XX_o+-(++)Z1 . . 51
3.4.7 Vorermüdung der Panels - Panels T_X_m+Z 56
3.4.8 Zusammenfassung der Versuchsergebnisse 60
3.5 Diskussion von stochastischen Effekten und Umwelteinflüssen 61
3.5.1 Fehler im Material 61
3.5.2 Imperfektionen 62
3.5.3 Prüftemperatur 62
3.5.4 Einbau des Panels 63
3.5.5 Ermüdung der Prüfvorrichtung 64
3.5.6 Fazit 64

4 Finite Elemente Methode 65
4.1 Modellbeschreibung 65
4.1.1 Gerissene FE-Modelle 68
4.1.2 Ungerissene FE-Modelle 69
4.2 Berechnung, Auswertung und Validierung der FE Modelle 70
4.2.1 Auswertung der FE-Ergebnisse 70
4.2.2 Validierung der FE-Modelle an ungerissenen Panels 71
4.3 Darstellung und Vergleich der FE-Ergebnisse 74
4.3.1 Spannungsverteilung im ungerissenen Zustand 75
4.3.2 Referenzpanel p_2.0_40_o+Z1 76
4.3.3 Veränderung der Paneldicke t 78
4.3.4 Veränderung der Schubkraft $F_{S,max}$ 79
4.3.5 Veränderung der Rissposition x, y 79
4.3.6 Wechselnde Belastung 82
4.3.7 Zusammenfassung der FE Ergebnisse 83
4.4 Auswertung der Spannungsintensitätsfaktoren 84
4.4.1 Schalenelemente 84
4.4.2 Solidelemente 90
4.4.3 Einfluss der out-of-plane Verformung auf K_I 97
4.4.4 Zusammenfassung 99

5 Ansätze zur Rissfortschrittsberechnung 101
5.1 Ansatz 1: Nichtbeachtung der Beulverformung
(ungebeulter Zustand, konstante Schubspannung) 101
5.1.1 Zentrale Risse 102
5.1.2 Außermittige Risse 102

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.

5.2 Ansatz 2: Konstanter Einfluss der Beulverformung (gebeulter Zustand, Buecknersches Prinzip) . . . 105
5.2.1 Zentrale Risse . . . 108
5.2.2 Außermittige Risse . . . 110
5.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse . . . 110
5.3 Ansatz 3: Berücksichtigung der wechselseitigen Beeinflussung von Rissfortschritt und Beulverformung (K_I-Faktor-Lösung) . . . 112
5.3.1 Zentrale Risse . . . 112
5.3.2 Außermittige Risse . . . 113
5.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse . . . 115
5.4 Fazit . . . 115

6 Zusammenfassung 119

Literaturverzeichnis 123

A Abbildungen 132

B Tabellen 155

C Grundlagen und Versuchsauswertung 172

Dieses Werk ist copyrightgeschützt und darf in keiner Form vervielfältigt werden noch an Dritte weitergegeben werden.
Es gilt nur für den persönlichen Gebrauch.