

INHALTSVERZEICHNIS

Verzeichnis der verwendete Symbole und Abkürzungen	VIII
1 Einleitung und Zielsetzung	1
2 Grundlegende Charakterisierung des Risswachstums	4
2.1 Charakteristische Spannungsverteilungen in der Rissumgebung.....	5
2.2 Rissverhalten unter statischer Belastung.....	7
2.3 Ermittlung der Spannungsintensitätsfaktoren.....	9
2.4 Instabiles Risswachstum.....	11
2.4.1 Kriterium der Energiefreisetzung.....	12
2.4.2 J -Kriterium	12
2.4.3 K -Konzept	13
2.5 Instabiles Risswachstum bei ebener Mixed-Mode-Beanspruchung.....	13
2.5.1 Maximal-Tangentialspannungs-Kriterium	14
2.5.2 Bruchkriterium nach RICHARD.....	14
2.6 Rissverhalten unter zyklischer Beanspruchung.....	15
2.7 Stabiles Risswachstum bei ebener Mixed-Mode-Beanspruchung	18
2.7.1 Maximal-Tangentialspannungs-Kriterium für stabiles Risswachstum	18
2.7.2 Bruchkriterium nach RICHARD für stabiles Risswachstum	19
3 Herausforderungen des 3D-Risswachstums.....	20
3.1 Auswirkung von Belastungen/Beanspruchungen	21
3.2 Geometrien	22
3.3 3D-Mixed-Mode-Komplexität.....	23
3.4 Bruchkriterien bei 3-dimensionaler Rissausbreitung.....	24
3.4.1 Kriterium nach POOK	25
3.4.2 σ_1' -Kriterium nach SCHÖLLMANN et al.	25
3.4.3 Verallgemeinertes Kriterium nach RICHARD et al.....	27
3.5 Stabiles Risswachstum bei räumlicher Mixed-Mode-Beanspruchung.....	28
3.5.1 σ_1' - Kriterium für stabiles Risswachstum.....	29
3.5.2 Verallgemeinertes Kriterium für stabiles Risswachstum	29
3.6 Herausforderungen bei der Simulation von 3D-Risswachstum	30
4 Risswachstum in gradierten Materialien	31

4.1	Über den Leichtbau zu gradierten Materialien.....	32
4.1.1	Differenzialbauweise.....	33
4.1.2	Verbundbauweise	35
4.2	Funktional gradierte Materialien	38
4.2.1	Elastische Gradierung.....	38
4.2.2	Bruchmechanische Gradierung.....	39
4.2.3	Verwendungsmöglichkeiten gradiert Materialien und Strukturen.....	42
4.3	Bruchmechanische Gradierung unter 2-dimensionalem Gesichtspunkt	43
4.3.1	Konzeptansätze für eine Rissausbreitung in gradierten Strukturen	44
4.3.2	TSSR-Konzept.....	45
4.4	Bruchmechanische Gradierung unter 3-dimensionalem Gesichtspunkt	48
5	Numerische Simulation des 3D-Risswachstums.....	57
5.1	Risswachstumsprogramme für homogene Strukturen	57
5.1.1	FRANC3D/NG	58
5.1.2	PROCRACK	59
5.1.3	ADAPCRACK3D.....	59
5.2	Simulationssoftware für funktional gradierte Strukturen	60
5.2.1	FRANC/FAM	60
5.2.2	MCRACK2D.....	60
5.3	Entwicklung von ADAPCRACK3D^{Version_KD15}.....	61
5.3.1	Online-Benutzeroberfläche als Eingabewerkzeug.....	61
5.3.2	ADD-ON Funktion zur Programmstabilität	63
5.3.3	Rissausbreitung bei teilweise nicht wachstumsfähiger Rissfront	68
5.3.4	Ausbau der bruchmechanischen Konzepte im Riss simulationsprogramm ADAPCRACK3D ^{VERSION_KD15}	71
5.4	Berechnungsfunktionen für Simulationen in bruchmechanisch gradierten Strukturen.....	73
5.4.1	Funktion zur Berechnung der Rissausbreitung in einer scharfen bruchmechanischen Gradierung	74
5.4.2	Funktion zur Berechnung der Rissausbreitung in einem bruchmechanisch gradierten Übergangsbereich	81
5.5	Verifikation von ADAPCRACK3D^{VERSION_KD15}.....	85
5.5.1	Rissausbreitung in homogenen Strukturen	85
5.5.2	Rissausbreitung in gradierten Strukturen.....	92
6	Praxisbezogene Anwendungen von Risswachstumssimulationen	99
6.1	Einsatz von Risswachstumssimulationen zur Unterstützung von Evaluierungen anhand experimenteller Untersuchungen.....	103

6.1.1	Numerische Ermittlung von Einflüssen auf die Ermüdungsrissausbreitung in einer Axialrissrohrprobe.....	104
6.1.2	Bestimmung einer Masterkurve für Axialrissrohrproben.....	107
6.2	Einfluss einer Materialgradierung auf das Risswachstum in einem Zahnrad.....	110
7	Resümee.....	114
Anhang	.....	116
A1	.....	116
A2	.....	118
A3	.....	122
A4	.....	128
A5	.....	132
A6	.....	134
A7	.....	147
Literaturverzeichnis	.....	154