

Inhaltsverzeichnis

Liste der verwendeten Symbole und Abkürzungen	XI
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Aufgabenstellung	2
2 Stand der Technik	5
2.1 Konzepte zur Bewertung mehrachsiger Beanspruchungen	5
2.1.1 Grundlagen der Kontinuumsmechanik	5
2.1.2 Elastizitäts- und Plastizitätstheorie	9
2.1.3 Festigkeitshypothesen	10
2.1.4 Schädigung bei mehrachsiger Hochtemperaturermüdung	17
2.2 Beanspruchungsanalyse von Turbinenschaufeln und Turbinenscheiben	22
2.2.1 Turbinenschaufel	23
2.2.2 Turbinenscheibe	25
2.3 Biaxiale Hochtemperaturermüdung	26
2.3.1 Zug/Druck-Torsions-Ermüdungsprüfung	26
2.3.2 Biaxial-planare Ermüdungsprüfung	28
2.4 Berechnung des vorliegenden Spannungszustandes über dem tragen- den Querschnitt	31
2.5 Nickelbasis-Superlegierungen	35
2.5.1 Entstehung und Entwicklung	35
2.5.2 Zusammensetzung und Mikrostruktur	36
2.5.3 Erstarrung von Nickelbasis-Superlegierungen	42
2.5.4 Wärmebehandlung	44
3 Experimentelles	47
3.1 Biaxial-planarer Prüfstand	47
3.1.1 Kreuzförmige Probengeometrie	49
3.1.2 Induktorentwicklung	50
3.1.3 Versuchsdurchführung	58

3.2 Einachsige Werkstoffprüfungen	61
3.2.1 Zeitstandprüfung	61
3.2.2 Warmzugprüfung	62
3.2.3 Hochtemperaturermüdung	62
3.3 Versuchswerkstoffe	66
3.3.1 Waspaloy™	67
3.3.2 IN738LC	68
4 Ergebnisse	71
4.1 Statische und quasistatische Werkstoffprüfung	71
4.1.1 Waspaloy™	71
4.1.2 IN738LC	77
4.2 Einachsige Hochtemperaturermüdung	83
4.2.1 Waspaloy™	84
4.2.2 IN738LC	99
4.3 Biaxial-planare Hochtemperaturermüdung	115
4.3.1 Waspaloy™	115
4.3.2 IN738LC	124
4.3.3 Versagen von Waspaloy™ und IN738LC unter biaxial-planarer Hochtemperaturermüdung	127
4.4 Lebensdauerbeschreibung	134
4.4.1 Lebensdauerkorrelation von Waspaloy™	137
4.4.2 Lebensdauerkorrelation von IN738LC	139
4.4.3 Zusammenfassung der Lebensdauerbeschreibung	142
5 Zusammenfassung und Ausblick	143
5.1 Biaxial-planare Hochtemperaturermüdungsprüfung	143
5.2 Zusammenfassende Beurteilung der Ergebnisse	144
5.3 Ausblick	146
5.3.1 Isotherme biaxial-planare Ermüdung	146
5.3.2 Thermo-mechanische biaxial-planare Ermüdung	147
Eigene Veröffentlichungen	148
Literatur	151
Abbildungsverzeichnis	XVII
Tabellenverzeichnis	XXVI