

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Symbole	VII
1. Einleitung und Aufgabenstellung	1
2. Stand des Wissens	4
2.1 <i>Konzepte der Betriebsfestigkeitsermittlung</i>	4
2.2 <i>Lebensdauer-Monitoring-Systeme für Fluggasturbinen</i>	12
3. Das Untersuchungsobjekt und dessen Finite-Elemente-Modelle zur Berechnung der transienten Temperaturen und Spannungen	14
3.1 <i>Untersuchungsobjekt und Modelldiskretisierungen</i>	15
3.1.1 <i>Verdichterrotor der Wellenleistungsgasturbine Allison 250 C20 B .</i>	15
3.1.2 <i>Verschiedene Diskretisierungsmodelle des Verdichterrotors</i>	16
3.2 <i>Thermische Randbedingungen</i>	18
3.2.1 <i>Aerothermodynamischer Zustandsverlauf und Wärmeübergang im Schaufelkanal</i>	20
3.2.2 <i>Sperrluft an der Radialverdichterrückseite</i>	27
3.2.3 <i>Abschätzung der weiteren Wärmeübergänge des modellierten Trommelrotors</i>	30
3.3 <i>Berechnung stationärer und transienter Temperaturfelder</i>	33
3.4 <i>Beanspruchungen des Verdichterrotors</i>	39
3.4.1 <i>Fliehkraftbelastung</i>	40
3.4.2 <i>Vorlasten infolge der Montage</i>	41
3.4.3 <i>Thermische Belastung</i>	42
3.4.4 <i>Gesamtspannungen</i>	45
4. Versuche	47
4.1 <i>Wellenleistungsgasturbinen-Prüfstand</i>	47
4.2 <i>Aerothermodynamische Meßergebnisse am nicht instrumentierten und instrumentierten Verdichterrotor</i>	49
4.3 <i>Optoelektronischer Meßwertdrehübertrager</i>	52
4.3.1 <i>Elektrischer Aufbau der Sendeeinheit des optoelektronischen Meßwertdrehübertragers</i>	53
4.3.2 <i>Aufnahme zur Lagerung und Anflanschung des Drehübertragers an die Gasturbine</i>	56
4.3.3 <i>Signalverarbeitung und Meßdatenerfassung</i>	56
4.4 <i>Instrumentierung des Verdichterrotors mit Thermoelementen</i>	58

4.5	<i>Meßfehler</i>	61
4.5.1	<i>Fehler der Meßgröße</i>	64
4.5.2	<i>Fehler der Meßwertbildung</i>	64
4.5.3	<i>Fehler der Ergebnisbildung</i>	67
4.5.4	<i>Gesamtmeßunsicherheit der Meßkette</i>	67
4.6	<i>Messung der Bauteiltemperaturen am Verdichterroter und Vergleich mit den Berechnungsergebnissen</i>	67
5.	Zustandsraummodell zur Berechnung der Temperaturen und thermischen Spannungen	77
5.1	<i>Zustandsraummodell</i>	77
5.2	<i>Identifikation</i>	80
5.3	<i>Verifikation des Zustandsraummodells für eine vollständige Flugmission</i>	85
5.4	<i>Einfluß der Umgebungsbedingungen</i>	89
6.	Schädigung	92
6.1	<i>Der elasto-plastische Spannungs-Dehnungs-Pfad</i>	92
6.1.1	<i>Der Last-Zeit-Verlauf</i>	92
6.1.2	<i>Die Bauteilfließkurven</i>	93
6.1.3	<i>Berechnung der elasto-plastischen Spannungs- und Dehnungskomponenten</i>	96
6.1.4	<i>Zyklisches Werkstoffmodell für proportionale Belastungen</i>	104
6.1.5	<i>Zählverfahren</i>	107
6.2	<i>Schädigungsbewertung des Spannungs-Dehnungs-Pfads</i>	109
6.2.1	<i>Wöhlerlinien</i>	109
6.2.2	<i>Mittelspannungseinfluß</i>	112
6.2.3	<i>Schadensakkumulation</i>	115
6.3	<i>Behandlung nichtproportionaler Beanspruchungen</i>	117
7.	Zusammenfassung und Ausblick	119
Anhang	121
A1	<i>Korrektur der Meßgrößen auf ISA-Werte</i>	121
A2	<i>Verwendete Meßtechnik mit systematischem Restfehler</i>	122
A3	<i>Gesamtmeßunsicherheit der verwendeten Meßtechnik zur Bestimmung der Randbedingungen der Bauteiltemperaturberechnung</i> ...	124
Literaturhinweise	126