

Inhaltsverzeichnis

Nomenklatur	X
Lateinische Symbole	X
Griechische Symbole	XI
Indizes	XI
Abkürzungsverzeichnis	XII
1. Einleitung	1
1.1. Hochdruckturbinenschaufel	3
1.2. Gegenwärtige Auslegungsstrategien	6
1.3. Motivation dieser Arbeit	7
2. Theorie	11
2.1. Mathematische Grundlagen	11
2.1.1. Geometrie und Parametrisierung	11
2.1.2. Optimierung	13
2.1.3. Robustheit	17
2.1.4. Stützstellengenerierung	18
2.1.5. Antwortflächen	19
2.2. Physikalische Grundlagen	22
2.2.1. Wärmeübertragung	22
2.2.2. Vorauslegung Kühlung	25
2.2.3. Aerodynamik	28
2.2.4. Spannung- und Lebensdauerberechnung	29
2.3. Numerische Grundlagen	32
2.3.1. FEM	32
2.3.2. CFD	32
2.3.3. Kopplungsstrategien	33
3. Ein-Ziel-Optimierung einer Schaufel-Scheibe-Verbindung	35
3.1. Einleitung und Stand der Technik	35
3.2. Parametrisierung	36
3.2.1. Globaler Parametersatz	36
3.2.2. Parametrisierung mit einem Kreisbogen	38
3.2.3. Parametrisierung mit zwei Kreisbögen	38
3.2.4. Parametrisierung mit Splines	39
3.3. Arbeitsablauf und Durchführung	41
3.3.1. Beschreibung des Firtree-Modells	41
3.3.2. Arbeitsablauf und Implementierung	43
3.3.3. Optimierungsformulierung	44
3.4. Ergebnisse und Diskussion	45
3.4.1. Optimierung	45
3.4.2. Vergleich der besten Ergebnisse	48
3.4.3. Vergleichsmatrix	50
3.5. Zusammenfassung und Ausblick	52

4. Mehr-Ziel-Optimierung für die Turbinenkühlung	55
4.1. Einleitung und Stand der Technik	55
4.2. Parametrisierung	57
4.3. Arbeitsablauf	59
4.4. Parameterreduzierung	60
4.5. Optimierungsformulierung	62
4.6. Ergebnisse und Diskussion	63
4.6.1. Optimierung mit dem AMGA-Algorithmus	64
4.6.2. Optimierung mit dem NSGA-II- und Vergleich mit dem AMGA-Algorithmus	66
4.6.3. Optimierung mit der alternativen Formulierung und AMGA-Algorithmus	67
4.7. Zusammenfassung und Ausblick	70
5. Multidisziplinäre Robustheits- und Mehr-Ziel-Optimierung	73
5.1. Einleitung und Stand der Technik	73
5.2. Validierung der Methoden	75
5.2.1. Matlab-Toolbox für Validierung und Optimierung	75
5.2.2. Vergleich der Methoden zur Stützstellengenerierung	77
5.2.3. Vergleich der Methoden zur Antwortflächengenerierung	79
5.3. Parametrisierung und Optimierung	80
5.3.1. Parametrisierung	80
5.3.2. Optimierungsformulierung	82
5.4. Arbeitsablauf und Durchführung	83
5.4.1. Arbeitsablauf	84
5.4.2. Voruntersuchungen	84
5.4.3. Durchführung	86
5.5. Ergebnisse und Diskussion	86
5.5.1. Bewertung der generierten Antwortflächen	86
5.5.2. Ein-Ziel-Optimierung der Lebensdauer	89
5.5.3. Robustheitsoptimierung der Lebensdauer	89
5.5.4. Robustheits- und Mehr-Ziel-Optimierung	91
5.6. Zusammenfassung und Ausblick	93
6. Zusammenfassung und Ausblick	97
6.1. Zusammenfassung	97
6.2. Ausblick	99
Abbildungsverzeichnis	100
Tabellenverzeichnis	101
Literatur	102
A. Anhang	107
A.1. Dimensionslose Kennzahlen	107
A.2. Software	108
A.3. MOViT	109
A.4. Strategisches Vorgehen zur Vorbereitung von Optimierungen	112
A.5. Parameterübersicht für den Firtree	115
A.6. Clustering in der Kühlungsoptimierung	115
A.7. Branin-Testfunktion	118