

Inhaltsverzeichnis

Symbolverzeichnis	ix
Abbildungsverzeichnis	xiii
Tabellenverzeichnis	xvii
1 Einleitung	1
2 Strömung und Wärmeübergang in Rotor-Stator-Systemen	7
2.1 Das Sekundärluftsystem von Gasturbinen	7
2.2 Analyse des gekühlten Rotor-Stator-Systems	9
2.3 Zylindrische, konische und scheibenförmige Rotor-Stator-Systeme	14
2.4 Strömung und Wärmeübergang in scheibenförmigen Rotor-Stator-Systemen . .	18
2.4.1 Strömung in scheibenförmigen Rotor-Stator-Systemen	19
2.4.2 Wärmeübergang in Rotor-Stator-Systemen	28
2.5 Strömung und Wärmeübergang im Mischungsbereich	35
2.5.1 Strömung im Mischungsbereich	35
2.5.2 Wärmeübergang im Mischungsbereich	37
2.6 Strömung durch das Vordrallsystem	38
2.6.1 Strömung im Vordrallsystem	39
2.6.2 Totaldruckverluste in den Vordrallbohrungen	40
3 Zielsetzung und Vorgehensweise	43
4 Experimenteller Aufbau	45
4.1 Problemanalyse	45
4.2 Aufbau des Versuchsstandes	47
4.2.1 Messprinzip	47
4.2.2 Messtechnische Auslegung des Versuchsrotors	48
4.2.3 Beschreibung des Versuchsstandes	52
4.2.4 Eingesetzte Messtechnik	55
4.3 Analyse der experimentellen Daten	56
4.3.1 Bestimmung des Durchflusskoeffizienten	57
4.3.2 Bestimmung des Kernrotationsfaktors	57
4.3.3 Bestimmung der flächengemittelten Nußeltzahl	58
4.3.4 Bestimmung des Drehmomentenbeiwertes	61

4.4	Versuchsplanung	62
5	Analyse der eingesetzten Temperaturmesstechnik	65
5.1	Beschreibung der Messmethode	65
5.2	Finite-Elemente-Modell des Sensors	66
5.3	Analyse der Messmethode	69
5.4	Bestimmung der resultierenden Messunsicherheit	71
5.5	Einordnung der Ergebnisse	72
6	Validierung der Methodik	75
6.1	Aufbau der Strömungssimulation	75
6.2	Validierung der Strömungssimulationen	79
6.2.1	Strömungsfeld	80
6.2.2	Temperaturfeld	83
6.3	Verifizierung der Auswertemethodik	85
6.3.1	Einfluss der Richtung des Rotor-Wandwärmestromes	85
6.3.2	Berechnung des Kernrotationsfaktors	87
6.3.3	Anwendung der Reynoldsanalogie	89
7	Diskussion der Ergebnisse und Berechnungsansätze	91
7.1	Strömung durch die Vordrallbohrungen	92
7.1.1	Strömungsfeld in den Vordrallbohrungen	92
7.1.2	Quantifizierung der Strömungsverluste	94
7.2	Strömung im Rotor-Stator-Spalt	99
7.2.1	Strömungsfeld im Rotor-Stator-Spalt	99
7.2.2	Quantifizierung der Strömungsverluste	106
7.2.3	Änderung der adiabaten Totaltemperatur	115
7.3	Wärmeübergang im Rotor-Stator-Spalt	119
7.3.1	Entwicklung der Nußeltzahlen	120
7.3.2	Berücksichtigung der adiabaten Wandtemperatur	124
7.3.3	Änderung der Totaltemperatur	131
7.4	Empirische Berechnungsansätze für den Rotor-Stator-Spalt	132
7.4.1	Berechnungsansätze für die Strömungsgrößen	132
7.4.2	Berechnungsansätze für die Nußeltzahlen	136
8	Analyse des Gesamtsystems	139
8.1	Globale Betrachtung des Rotor-Stator-Systems	140
8.1.1	Änderung der Totaltemperatur	140

8.1.2	Totaldruckabbau	144
8.2	Vergleichbarkeit der Zustandsänderungen im Relativsystem	147
8.3	Abschließender Vergleich der untersuchten Konfigurationen	151
8.4	Fazit	152
9	Zusammenfassung und Ausblick	153
	Literatur	157
	Anhang	171
A.1	Festlegung der Betriebsparameter	171
A.2	Messunsicherheit	173
A.3	Stoffeigenschaften	176
A.3.1	Fluideigenschaften	176
A.3.2	Eigenschaften der Werkstoffe	177
A.4	Bestimmung des Leckagemassenstromes	178
A.5	Analyse der Messkette	179
A.5.1	Messunsicherheit der Thermoelemente	179
A.5.2	Messunsicherheit des Telemetriesystemes	180
A.6	Einfluss der spezifischen Wärmekapazität auf die Totaltemperaturänderung	181
A.7	Bestimmung der relativen Totalgrößen	182
A.8	Änderung der adiabaten relativen Totaltemperatur	183
A.9	Realisierte Betriebspunkte	184