

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>vii</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>xv</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>xvii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Stand der Forschung</b>	<b>5</b>
2.1 Charakterisierung einer Filmkühlausblasung . . . . .	5
2.2 Einflussgrößen auf die Filmkühlung . . . . .	8
2.2.1 Skalierungsgrößen zur Beschreibung der Ausblasung . . . . .	9
2.2.2 Einfluss der Bohrungsgeometrie . . . . .	10
2.2.3 Geometrische Faktoren . . . . .	14
2.2.4 Heißgasseitige Einflüsse . . . . .	16
2.2.5 Der Einfluss der Strömungsbedingungen am Einlass der Bohrung . . . . .	18
2.3 Experimentelle Bestimmung von Oberflächentemperaturen und Wärmeübergangskoeffizienten . . . . .	24
2.3.1 Bestimmung von Oberflächentemperaturen . . . . .	24
2.3.2 Bestimmung von Wärmeübergangskoeffizienten bei bekannter adiabater Wandtemperatur . . . . .	25
2.3.3 Bestimmung der thermischen Filmkühlgrößen . . . . .	26
2.4 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit . . . . .	28
<b>3 Experimenteller Aufbau zur Durchführung von Filmkühlmessungen</b>	<b>31</b>
3.1 Beschreibung des verwendeten Versuchsstandes . . . . .	31
3.2 Verwendete Filmkühlbohrungsgeometrien zur Untersuchung des Einflusses der Eintrittsgeometrie . . . . .	34
3.3 Messprinzip zur Durchführung der Filmkühlmessungen . . . . .	37
3.3.1 Betriebspunktmessungen . . . . .	37
3.3.2 Aufbau zur Bestimmung der thermischen Filmkühlgrößen . . . . .	37
3.4 Genauigkeit der gemessenen und abgeleiteten Größen . . . . .	40
<b>4 Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen</b>	<b>43</b>
4.1 Auswirkung der kühlluftseitigen Anströmung für die Referenzgeometrie . . . . .	43
4.1.1 Auswirkung der kühlluftseitigen Anströmrichtung . . . . .	43
4.1.2 Auswirkung der Kühlluftkanalreynoldszahl . . . . .	51
4.1.3 Abschließende Betrachtung der Referenzgeometrie . . . . .	57
4.2 Einfluss der Eintrittsgeometrie einer konturierten Filmkühlbohrung . . . . .	59
4.2.1 Auswirkung einer NACA-Eintrittsgeometrie . . . . .	59
4.2.2 Auswirkung einer verrundeten Eintrittsgeometrie . . . . .	69
4.2.3 Auswirkung einer verrundeten NACA-Eintrittsgeometrie . . . . .	80

4.2.4	Abschließende Diskussion zum Einfluss der Eintrittsgeometrie . . . . .	90
4.2.5	Fazit zum Einfluss der Eintrittsgeometrie . . . . .	103
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>107</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>109</b>
	<b>Mitbetreute Bachelor- und Masterarbeiten</b>	<b>121</b>
	<b>Anhang</b>	<b>123</b>
A.1	Wertebereiche relevanter Ähnlichkeitskenngrößen in Gasturbinen . . . . .	123
A.2	Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilung im Heißgaskanal . . . . .	124
A.3	Bestimmung des Massenstroms durch die Filmkühlbohrung . . . . .	126
A.4	Datennachbearbeitung zur Bestimmung der Filmkühlgrößen . . . . .	128
A.4.1	Zusammenfügen der einzelnen Infrarotaufnahmen zu einem Gesamtbild	128
A.4.2	Übersicht über Thermoelemente auf der Messplatte . . . . .	129
A.4.3	In-situ Kalibrierung der Infrarotaufnahmen . . . . .	129
A.4.4	Bestimmung der Temperaturverteilung auf der Messplattenunterseite .	129
A.4.5	Finite-Elemente-Berechnung zur Bestimmung von oberflächennormalen Wärmeströmen . . . . .	132
A.4.6	Modell zur Korrektur des Strahlungswärmestroms . . . . .	134
A.5	Fehlerfortpflanzungsrechnung . . . . .	135
A.6	Geometrische Details der eintrittsoptimierten Geometrien . . . . .	137
A.7	Ergebnisse der Wärmeübergangsmessung ohne Filmkühlung . . . . .	138
A.8	Diskussion der Plausibilität der bestimmten Durchflusskoeffizienten . . . . .	139
A.9	Ergänzende Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen . . . . .	141
A.9.1	Ergänzende Ergebnisse zur Referenzgeometrie . . . . .	141
A.9.2	Ergänzende Ergebnisse zum Einfluss einer NACA-Eintrittsgeometrie .	142
A.9.3	Ergänzende Ergebnisse zum Einfluss einer verrundeten Eintrittsgeometrie	144
A.9.4	Ergänzende Ergebnisse zum Einfluss einer verrundeten NACA-Eintritts- geometrie . . . . .	146
A.9.5	Ergänzende Ergebnisse zur abschließenden Diskussion zum Einfluss der Eintrittsgeometrie . . . . .	147