

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>iii</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>ix</b>
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>xi</b>
<b>1 Hintergrund</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung . . . . .	3
1.2 Ziele und Aufgaben . . . . .	5
<b>2 Stand des Wissens</b>	<b>7</b>
2.1 Vorgänge innerhalb einer Verdichterstufe . . . . .	7
2.1.1 Wasserverteilung . . . . .	7
2.1.2 Profilverluste und Umlenkung . . . . .	9
2.1.3 Druckaufbau, Leistung und Wirkungsgrad . . . . .	11
2.2 Kontinuierliche Kühlung mehrstufiger Verdichter . . . . .	13
2.3 Tropfenaufprall . . . . .	16
2.4 Flüssigkeitsfilme . . . . .	18
2.4.1 Statorfilm . . . . .	18
2.4.2 Rotorfilm . . . . .	20
2.4.3 Gehäusefilm . . . . .	22
2.5 Tropfenwiedereintrag . . . . .	24
<b>3 CFX-Simulationen von mehrstufigen Verdichtern im High-Fogging Betrieb</b>	<b>27</b>
3.1 Charakteristische Tropfendurchmesser . . . . .	27
3.2 Gasfeld . . . . .	29
3.3 Beladungsgrößen der Verdichterströmung . . . . .	32
3.4 Tropfenmodellierung . . . . .	34
3.4.1 Strömungswiderstand der Tropfen . . . . .	36
3.4.2 Wärmeübertragung . . . . .	37
3.4.3 Stoffübertragung . . . . .	37
3.4.4 Kopplung an das Gasfeld . . . . .	38
3.5 Tropfen-Wand Interaktion . . . . .	39
3.6 Filmersatzmodell . . . . .	41
3.7 Hinterkantendesintegration . . . . .	42
3.7.1 Injektormodell . . . . .	44
3.8 Simulationsablauf und Modellverknüpfung . . . . .	45
<b>4 Verdichterauslegung</b>	<b>49</b>
4.1 Mittenschnittauslegung . . . . .	50
4.2 Gestaltung der Stufen . . . . .	51
4.3 Dreidimensionale Schaufelgestaltung und Profilentwurf . . . . .	54
4.3.1 Rechengitter und Reihen-Domain . . . . .	55

<b>5 Ergebnisse</b>	<b>59</b>
5.1 Validierung des gewählten Verdunstungsmodells . . . . .	60
5.1.1 Fazit . . . . .	65
5.2 Modellschritt 0: Simulation des Verdichters ohne Wassereindüsung . . . . .	67
5.2.1 Netzunabhängigkeitstudie . . . . .	69
5.2.2 Reduziertes Kennfeld Leistungsgrößen des Verdichters . . . . .	70
5.3 Randbedingungen für die Simulation der Verdichterströmung mit Tropfen . . . . .	72
5.3.1 Unabhängigkeit der Simulation von der Tropfenpaketanzahl . . . . .	73
5.4 Modellschritt 1: Modellierung von Tropfen mit hohem Folgevermögen . . . . .	74
5.4.1 Zunahme des Dampfmassenanteils . . . . .	75
5.4.2 Kühlereffekt und Leistungsgrößen des idealisierten High-Fogging . . . . .	78
5.5 Modellschritt 2: Modellierung mit vollständiger Ablagerung bei Tropfen- aufprall . . . . .	80
5.5.1 Abscheideverhältnis . . . . .	81
5.5.2 Analyse der Aufprallbereiche . . . . .	83
5.5.3 Einfluss des Betriebspunktes auf das Abscheideverhalten . . . . .	84
5.6 Modellschritt 3: Modellierung mit Splashing . . . . .	85
5.6.1 Splashinganteil und räumliche Verteilung . . . . .	86
5.6.2 Intensität des Splashing entlang der Schaufelhöhe . . . . .	88
5.6.3 Einfluss auf das Abscheideverhältnis und den Dampfgehalt . . . . .	89
5.6.4 Kühlereffekt bei hoher Abscheidung . . . . .	91
5.7 Modellschritt 4: Modellierung mit Wiedereintrag über die Statorhinterkanten	94
5.7.1 Initialdurchmesser . . . . .	95
5.7.2 Position und Richtung . . . . .	96
5.7.3 Erläuterung zum Injektormassenstrom . . . . .	97
5.7.4 Temperatur der Tropfen aus dem Injektor . . . . .	99
5.7.5 Berechnung der Tropfenpaketgrößen . . . . .	100
5.7.6 Veränderung der Abscheiderate durch das Injektormodell . . . . .	100
5.8 Modellschritt 5: Maximaler Wiedereintrag . . . . .	104
5.8.1 Analyse des Modelleinflusses . . . . .	105
5.8.2 Verlauf der Strömungsgrößen in radialer Richtung . . . . .	107
5.9 Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	110
<b>6 Diskussion</b>	<b>113</b>
6.1 Wahl der Modellgrößen . . . . .	113
6.1.1 Temperaturabhängigkeit der Stoffgrößen . . . . .	113
6.1.2 Gültigkeitsbereich der Parameter für die Antoine Gleichung . . . . .	116
6.1.3 Einfluss der konstanten Splashing-Filmhöhe . . . . .	116
<b>7 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>119</b>
<b>8 Literatur</b>	<b>121</b>
<b>A Anhang</b>	<b>129</b>
A.1 Stoffdaten der in den Simulationen modellierten Gase und Flüssigkeiten	129
A.2 Ergebnisse der Simulationen nach Modellschritt und Tropfenklasse . . . . .	131