

Inhaltsverzeichnis

Symbol- und Abkürzungsverzeichnis.....	V
Spalt- und Maschinenkonvention.....	XII
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik von Schraubenkompressoren	3
2.1 Einordnung und Historie.....	3
2.2 Aufbau, Arbeitsspiel und arbeitsraumbegrenzende Spalte	4
2.3 Volumenkurve und Ladungswechselflächen.....	7
2.4 Geometrische und thermodynamische Kenngrößen.....	10
2.5 Simulationskonzepte.....	13
2.6 Untersuchungen einphasiger Spaltmassenströme	16
2.7 Untersuchungen zur geometrischen Optimierung.....	23
3 Ziele der Arbeit und Vorgehensweise	31
4 Grundlagen der Spaltuntersuchungen	33
4.1 Dimensionsanalyse und Kennzahlen	33
4.2 Untersuchte Spaltgeometrien.....	36
4.2.1 Stirnspalt.....	36
4.2.2 Gehäusespalte.....	37
4.3 Numerische Simulation der Spaltströmung	40
4.3.1 Grundgleichungen	40
4.3.2 Turbulente Strömungen und Turbulenzmodelle	41
4.3.3 Grenzschichttheorie und Transitionsmodell.....	45
4.3.4 Finite-Volumen-Methode, Rechengitter und Simulationsgenauigkeit	48
4.4 Experimentelle Spaltuntersuchung	50
4.4.1 Versuchsstand und untersuchtes Spaltmodell.....	50
4.4.2 Verwendete Messtechnik und Messunsicherheiten.....	54
5 Ergebnisse der Spaltuntersuchung	59
5.1 Randbedingungen, untersuchte Fluide und Netzstudie	59
5.2 Stirnspalt	62
5.2.1 Untersuchung der Ähnlichkeitsbeziehung und der Prandtl-Zahl.....	63

5.2.2	Vergleich verschiedener Turbulenzmodelle und Experiment	66
5.2.3	Analytische Bestimmung des Strömungsbeiwertes	70
5.2.4	Ergebnisse bei unbewegter Berandung.....	73
5.2.5	Ergebnisse bei bewegter Berandung.....	79
5.2.6	Zwischenfazit und Implementierung der Ergebnisse	81
5.3	Nebenrotorgehäusespalt.....	85
5.3.1	Vergleich verschiedener Turbulenzmodelle und Experiment	86
5.3.2	Ergebnisse bei unbewegter Berandung.....	88
5.3.3	Variation der Rotorsteigung und Vergleich mit dem Stirnspalt	92
5.3.4	Ergebnisse bei bewegter Berandung.....	94
5.3.5	Zwischenfazit und Implementierung der Ergebnisse	95
5.4	Hauptrotorgehäusespalt.....	98
5.4.1	Vergleich verschiedener Turbulenzmodelle und Experiment	99
5.4.2	Ergebnisse bei unbewegter Berandung.....	99
5.4.3	Ergebnisse bei bewegter Berandung.....	103
5.4.4	Zwischenfazit und Implementierung der Ergebnisse	104
6	Grundlagen der thermodynamischen Optimierung.....	107
6.1	Untersuchte Rotorgeometrien	107
6.2	Simulationsprogramm KaSim.....	108
6.3	Automatisierte Kammermodellerstellung	109
6.3.1	Vorüberlegungen und Einschränkungen der Modellsynthese	109
6.3.2	Geometrieanalyse des Rotorprofils	111
6.3.3	Kamervolumina und Kammerverbindungsfläche	113
6.3.4	Ladungswechselflächen	115
6.3.5	Spaltverbindungen.....	118
6.4	Optimierungsalgorithmus	124
6.4.1	Optimierung des inneren Volumenverhältnisses	126
6.4.2	Optimierung der Rotorsteigung.....	126
6.5	Kennzahlen trockenlaufender Schraubenkompressoren	130
7	Potenzial nicht-konstanter Rotorsteigung.....	133
7.1	Randbedingungen und Variationsparameter	133
7.2	Verifizierung des Optimierungsalgorithmus	135

7.3	Vergleich zwischen konstanter und nicht-konstanter Steigung	137
7.4	Ergebnisse der Optimierungen	150
7.4.1	Variation von Umfangsmachzahl und Verdichtungsverhältnis.....	150
7.4.2	Variation von Spalthöhe-Durchmesser-Verhältnis und Umfangsreynoldszahl	158
7.4.3	Variation des Isentropenexponenten	162
7.5	Fazit und Bewertung des Potenzials.....	168
8	Experimentelle Prototypuntersuchung	173
8.1	Serienmaschine und Prototyp	173
8.2	Maschinenprüfstand und Messergebnisse.....	178
8.3	Fazit	184
9	Zusammenfassung und Ausblick	187
	Literaturverzeichnis	191
	Anhang	203
A.1	Dimensionsanalyse und Kennzahlen	203
A.1.1	Maschinenspalte.....	203
A.1.2	Schraubenkompressor.....	205
A.2	Sensorpositionen im Gehäuse des Spaltmodells.....	207