

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen</b>	<b>xi</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>17</b>
<b>2 Ausgangspunkt und Ziel der Arbeit</b>	<b>19</b>
2.1 Eigenschaften von CO <sub>2</sub> als Kältemittel	19
2.2 Kältemittelverdichter nach dem Verdrängerprinzip	20
2.2.1 Funktion und Bauform	20
2.2.2 Schmiermittel und deren Prüfung	24
2.2.3 Arten der Leistungsregelung	26
2.3 CO <sub>2</sub> als Kältemittel und geeignete Verdichter	28
2.3.1 Historische Entwicklung	28
2.3.2 Aktueller Stand der CO <sub>2</sub> -Verdichtertechnologie	33
2.3.2.1 Modifikation bestehender Verdichterkonstruktionen	35
2.3.2.2 Neuentwicklung von Verdichtern	38
2.3.2.3 Anpassung hydraulischer Maschinen	40
2.4 Ziel der Arbeit	41
<b>3 Theorie und abgeleitete Untersuchungsmethoden</b>	<b>42</b>
3.1 Indizierter Verdichtungsprozeß	42
3.1.1 Einflußfaktoren auf die indizierte Prozeßgute	44
3.1.1.1 Ventildynamik und Gaswechsel	44
3.1.1.2 Drosselverluste in der Saug- und Druckkammer	46
3.1.1.3 Leckage an den Systemgrenzen des Arbeitsraums	46
3.1.1.4 Wärmeübertragungsvorgänge im Arbeitsraum	52
3.1.2 Simulation des indizierten Prozesses	57
3.1.2.1 Temperatur des Gases im Zylinder	58
3.1.2.2 Spezifisches Volumen des Gases im Zylinder	59
3.1.2.3 Reales Gasverhalten	60

3.2	Triebwerk und Lagerung .....	61
3.2.1	Simulation der Reibleistung.....	62
3.2.2	Simulation der Verlagerungsbahn von Gleitlagern .....	64
3.2.2.1	Verfahren der überlagerten Traganteile.....	65
3.2.2.2	Kinematik und Belastung des Triebwerks.. ..	66
<b>4</b>	<b>Beschreibung der Versuchsanlage</b> .....	<b>68</b>
4.1	Anlagenkomponenten .....	69
4.2	Meßtechnische Ausstattung der Verdichter. . . . .	71
<b>5</b>	<b>Bewertung der Einflußfaktoren auf die innere Prozeßgüte</b> .....	<b>75</b>
5.1	Drosselverluste an den Arbeitsventilen . . . . .	75
5.1.1	Experimentelle Ermittlung der Drosselverluste .....	75
5.1.2	Anpassung der Simulation an experimentelle Ergebnisse .....	75
5.1.2.1	Saugventil .....	75
5.1.2.2	Druckventil .....	77
5.1.3	Einfluß der Drosselverluste auf die Prozeßgüte.....	79
5.2	Drosselverluste in der Saug- und Druckkammer.....	84
5.2.1	Experimentelle Ermittlung der Drosselverluste . . . . .	84
5.2.2	Anpassung der Simulation an experimentelle Ergebnisse ....	84
5.2.3	Einfluß der Drosselverluste auf die Prozeßgüte .. . . .	84
5.3	Leckage an den Systemgrenzen des Arbeitsraums . . . . .	86
5.3.1	Leckage am Saug- und Druckventil.....	86
5.3.1.1	Experimentelle Ermittlung der Leckage.....	86
5.3.1.2	Anpassung der Simulation an experimentelle Ergebnisse....	90
5.3.2	Leckage am Kolbenspalt .....	91
5.3.2.1	Experimentelle Ermittlung der Leckage.....	91
5.3.2.2	Anpassung der Simulation an experimentelle Ergebnisse....	92
5.3.3	Einfluß der Leckage auf die Prozeßgüte.....	93

5.4 Wärmeübertragungsvorgänge im Arbeitsraum .....	99
5.4.1 Experimentelle Ermittlung der Wärmestromdichte .....	99
5.4.2 Anpassung der Simulation an experimentelle Ergebnisse.....	99
5.4.3 Einfluß der Wärmeübertragungsvorgänge auf die Prozeßgüte.....	102
5.4.4 Diskussion des Wärmeübergangskoeffizienten .....	108
<b>6 Bewertung der Einflußfaktoren auf die Tribologie</b>	<b>115</b>
6.1 Experimentelle Ermittlung der Reibleistung.....	115
6.2 Analyse der Reibleistung.....	115
6.3 Dimensionierung der Lagerung .....	117
6.3.1 Stark belastete Lagerungen im Verdichter .....	117
6.3.2 Unkritische Lagerungen im Verdichter .....	121
6.4 Auswahl der Schmiermittel .....	123
6.4.1 Experimentelle Ermittlung der Schmiereigenschaften. ....	123
6.4.2 Differenzierung untersuchter Schmiermittel .....	125
<b>7 Konstruktive Ausführung von CO<sub>2</sub>-Verdichtern</b>	<b>128</b>
7.1 Bauform .....	128
7.2 Konstruktionsparameter.....	129
7.3 Saug- und Druckkammer.....	132
7.4 Leistungsregelung .....	133
7.4.1 Anforderungen an das Regelungskonzept .....	133
7.4.2 Analyse geeigneter Verfahren .....	134
<b>8 Zusammenfassung</b>	<b>139</b>
<b>Literatur</b>	<b>142</b>