

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
1.1 Joule-Thomson-Verfahren	1
1.1.1 „Klassisches“ Joule-Thomson-System	1
1.1.2 Gemisch-JT-Kältemaschine	4
1.1.3 Historische Entwicklung	4
1.2 Motivation und Gegenstand der Arbeit	9
2 GEMISCH-JOULE-THOMSON-KÄLTEMASCHINE	10
2.1 Kreislaufbetrachtung	10
2.1.1 Phasenverhalten	10
2.1.2 Irreversibilitäten im Kreislauf	14
2.1.3 Resümee zur Verlustbetrachtung	19
2.2 Komponentenbetrachtung	20
2.2.1 Kompressor	20
2.2.2 Wärmeübertrager	22
2.2.3 Drossel	24
2.3 Aufgabenstellung	26
3 OPTIMIERUNG DER GEMISCHZUSAMMENSETZUNG	28
3.1 Formulierung der Optimierungsaufgabe	28
3.2 Frühere Optimierungsmethoden	30
3.3 Entwicklung einer neuen Methode zur Optimierung der Gemischzusammensetzung	32
3.3.1 Ergebnisse der Simulationsrechnungen	32
3.3.2 Veranschaulichung der Ergebnisse	37
3.3.3 Optimierungsstrategie	39
3.4 Zusammenfassung	40
4 MODIFIZIERUNG DER GEMISCH-JT-KÄLTEMASCHINE	43
4.1 „Kälte aus Öl“	43
4.1.1 Leitgedanke	45
4.1.2 Schaltbild	45
4.1.3 Modellrechnungen	46
4.1.4 Resümee	48

4.2 Rektifiziersäule im Kreislauf (Absorption statt Adsorption)	49
4.2.1 Rektifizierkolonne mit Verstärkungsteil	49
4.2.2 Rektifiziersäule mit Abtriebsteil	53
4.2.3 Schlußfolgerungen	54
4.3 Vorkühlung	56
4.3.1 Thermodynamik	56
4.3.2 Berechnungen	59
4.4 Zusammenfassung	63
5 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNG	64
5.1 Ausgangspunkt	64
5.2 Versuchsanlage	65
5.2.1 Prozeßgestaltung	66
5.2.2 Prozeß-Optimierung	68
5.2.3 Konstruktiver Entwurf	71
5.2.4 Messungen	73
5.3 Test der Kältemaschine	76
5.3.1 Planung des Experiments	76
5.3.2 Gewonnene Erkenntnisse	77
5.3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse	80
5.4 Einsatz der Kältemaschine zur Argon-Rekondensation	81
5.4.1 Umbau der Anlage zur Argon-Rekondensation	81
5.4.2 Planung des Experiments	81
5.4.3 Ergebnisse	84
5.4.4 Wirtschaftlichkeitsabschätzung	86
5.5 Zusammenfassung	87
6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	88
7 LITERATURVERZEICHNIS	90