

Inhaltsverzeichnis

Vorwort des Herausgebers	I
Vorwort des Autors	II
Kurzfassung.....	III
Abstract	IV
Inhaltsverzeichnis.....	V
Nomenklatur.....	VII
1 Einleitung	1
2 Transkritische CO ₂ -Klimatisierungsanlagen.....	3
2.1 Thermophysikalische Eigenschaften von CO ₂	3
2.2 Transkritische CO ₂ -Systeme	6
2.3 Vergleich von transkritischen und konventionellen Kompressionszyklen	7
2.4 Forschung zum neuartigen transkritischen CO ₂ -Kreislauf.....	8
2.4.1 BTC mit internem Wärmeübertrager.....	8
2.4.2 Transkritischer Zyklus mit zweistufiger Kompression	11
2.4.3 Transkritischer CO ₂ -Kreislauf mit Expander	12
3 Stand der Forschung.....	15
4 Zielsetzung, Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	27
5 Methodik	29
5.1 Versuchsaufbau der CO ₂ -Klimaanlage	30
5.2 Simulation der CO ₂ - und HFKW-Klimaanlagen	34
5.3 Gebäudesimulation.....	40
5.4 Umweltanalyse	43
5.5 Ökonomische Analyse.....	46
6 Experimentelle Ergebnisse und Validierung.....	51
6.1 Korrelationsanpassung für CO ₂ -Verdichter und Wärmeübertrager	51
6.2 Energie- und Exergieanalyse der experimentellen Messreihen	54
6.2.1 Variation der Umrichterfrequenz	54
6.2.2 Variation der Umgebungstemperatur	56
6.2.3 Variation der Raumtemperatur	58
6.3 Validierung des Simulationsmodells.....	60
7 Energetische, ökonomische und ökologische Bewertung.....	63
7.1 Jährliche Simulationen	63
7.1.1 Systemebene.....	63
7.1.2 Komponentenebene	65
7.2 Analyse der Energieleistung.....	66
7.2.1 Jährliches Energieeffizienzverhältnis.....	66

7.2.2	Analyse des Primärstromverbrauchs	68
7.3	Ökologische Bewertung	69
7.3.1	Direkte Treibhausgasemissionen.....	69
7.3.2	Indirekte Treibhausgasemissionen	70
7.3.3	Gesamte Treibhausgasemissionen.....	71
7.4	Wirtschaftliche Leistungsanalyse.....	72
7.4.1	Analyse der Anfangskapitalkosten.....	72
7.4.2	Jährliche Betriebskosten.....	73
7.4.3	Lebenszykluskostenanalyse	74
7.4.4	Anteil der Anfangskapitalkosten an den Lebenszykluskosten.....	75
7.4.5	Kosten der Schadstoffemissionen	77
7.5	Sensitivitätsanalyse	77
7.5.1	Analyse der Ökobilanzmethode	77
7.5.2	Parametrische Analyse der jährlichen Leckagerate.....	78
7.5.3	Sensitivitätsanalyse des Strom- und Verdichterpreises.....	80
8	Zusammenfassung	83
9	Summary	91
	Literaturverzeichnis.....	97
	Vorveröffentlichungen	123
	Anhang A: RI-Schema des Prüfstands	125
	Anhang B: Messergebnisse der Variation der Umrichterfrequenz	126
	Anhang C: Messergebnisse der Variation der Umgebungstemperatur	128
	Anhang D: Messergebnisse der Variation der Raumtemperatur.....	130