

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Präzisionsmessungen thermodynamischer Zustandsgrößen	3
2.1	Meßunsicherheiten	3
2.2	Die Vorbereitung der Versuchsstoffe	5
2.2.1	Reinheitsanalyse und Aufbereitung	5
2.2.2	Die Herstellung der Gemische	6
2.3	Temperatur- und Druckmeßketten	8
2.3.1	Die Temperaturmessung	8
2.3.2	Die Druckmessung	11
2.4	Die Bestimmung der Gasdichte nach dem Burnettverfahren	13
2.4.1	Grundlagen	13
2.4.2	Der Schwerkrafteinfluß	14
2.4.3	Das Auswerteverfahren	19
2.4.4	Die Burnettapparatur	24
2.5	Die Messung der Flüssigkeitsdichte	27
2.5.1	Meßprinzip und Auswertemethode	27
2.5.2	Die Biegeschwingerapparatur	30
2.6	Dampfdruck- und Phasengleichgewichtsmessungen	33
3	Meßwerte der Reinstoffe R 134a und R 152a	37
3.1	Die Wärmekapazität im idealen Gaszustand	37
3.2	Die Meßwerte des R 134a	39
3.2.1	Tripelpunkt und kritischer Punkt	39
3.2.2	Das Einphasengebiet	40
3.2.2.1	Das Gasgebiet	40
3.2.2.2	Das Flüssigkeitsgebiet	45
3.2.2.3	Kritisches und überkritisches Gebiet	51
3.2.3	Sättigungsgrößen	53
3.2.3.1	Der Dampfdruck	53
3.2.3.2	Siede- und Taudichte	53
3.2.3.3	Kalorische Meßwerte im Zweiphasengebiet	54
3.3	Die Meßwerte des R 152a	55
3.3.1	Tripelpunkt und kritischer Punkt	55
3.3.2	Das Einphasengebiet	56
3.3.2.1	Das Gasgebiet	57
3.3.2.2	Das Flüssigkeitsgebiet	57

3.3.2.3	Kritisches und überkritisches Gebiet	60
3.3.3	Sättigungsgrößen	61
4	Fundamentalgleichungen für R 134a und R 152a	64
4.1	Der Idealanteil der freien Energie	64
4.2	Der Realanteil der freien Energie	65
4.2.1	Die gewichtete Fehlerquadratsumme	65
4.2.2	Die Strukturoptimierung	67
4.2.2.1	Das Verfahren	67
4.2.2.2	Die Datensätze	70
4.2.3	Die nichtlineare Optimierung	74
4.2.3.1	Die Datensätze	74
4.2.3.2	Das Verfahren	78
4.3	Die Fundamentalgleichung für R 134a	79
4.3.1	Wiedergabe der Meßwerte	81
4.4	Die Fundamentalgleichung für R 152a	96
4.4.1	Wiedergabe der Meßwerte	97
5	Die Eigenschaften des Gemisches aus R 152a und R 134a	104
5.1	Meßwerte und Mischungseffekte	104
5.1.1	Das Gasgebiet	104
5.1.2	Das Flüssigkeitsgebiet	108
5.1.3	Das Phasengleichgewicht	111
5.2	Die Fundamentalgleichung für das Gemisch aus R 134a und R 152a	115
5.2.1	Die Entwicklung der Gleichungsstruktur	115
5.2.1.1	Der Idealanteil	115
5.2.1.2	Das Basismodell für den Realanteil	116
5.2.1.3	Dimensionslose Variablen und Bezugsfunktionen	120
5.2.1.4	Die Zusatzfunktion Φ^E	122
5.2.1.5	Weitere Parameter der Modellgleichung	122
5.2.2	Die Fundamentalgleichung des Gemisches	124
5.2.3	Die Wiedergabe thermodynamischer Eigenschaften	125
6	Zusammenfassung	132
	Literaturverzeichnis	133
Anhang		
A	Meßwerte des Gemisches R 152a–R 134a	141
B	Einfache Zustandsgleichungen	156
B.1	Dampfdruck- und Siededruckgleichungen	156
B.2	Gleichungen für die Siededichte	157
B.3	Gleichungen für die Taudichte der reinen Stoffe	158
B.4	Zustandsgleichungen für das Gasgebiet	158

B.5	Zustandsgleichungen für das Flüssigkeitsgebiet	160
B.6	$C_{p,m}^o$ -Gleichungen	162
B.7	Ausgleichsfunktionen für überkritische Isothermen	162
C	Zustandsgrößen und Modellgleichung	164
C.1	Thermodynamische Relationen	164
C.2	Ableitungen der Modellgleichungen	169
C.2.1	Die Modellgleichungen der Reinstoffe	169
C.2.2	Die Modellgleichung des Gemisches	170