

Dipl.-Ing. Andreas Köbe, Hannover

# **Neue kubische Zustandsgleichungen für reine Fluide**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **462**

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	III
Formelzeichen . . . . .	VII
Kurzfassung . . . . .	X
1 Einleitung . . . . .	1
2 Die kubische Zustandsgleichung . . . . .	2
2.1 Approximationen der thermischen Zustandsgleichung . . . . .	2
2.2 Entwicklungsrichtungen kubischer Zustandsgleichungen . . . . .	7
2.2.1 Modifikationen des Anziehungsterms . . . . .	8
2.2.2 Modifikationen des Abstoßungsterms . . . . .	9
2.2.3 Volumentransformation . . . . .	12
3 Die Auswahl der Zustandsgleichungen . . . . .	17
3.1 Ausgangspunkt und Vorgehensweise der Untersuchung . . . . .	17
3.2 Die ausgewählten Zustandsgleichungen . . . . .	18
3.3 Untersuchung der Gleichungen . . . . .	21
3.3.1 Der Gültigkeitsbereich für die Koeffizienten . . . . .	21
3.3.2 Berechnung der kritischen Koeffizienten . . . . .	27
3.3.3 Die Wiedergabe der kritischen Isotherme . . . . .	32
4 Die Wiedergabe der Dampfdruckkurve . . . . .	42
4.1 Die Temperaturabhängigkeit der Koeffizienten . . . . .	42
4.1.1 Die Temperaturabhängigkeit von $b$ . . . . .	42
4.1.2 Die Temperaturabhängigkeit von $a$ . . . . .	43
4.2 Der Einfluß der Koeffizienten auf die Wiedergabe der Dampfdruckkurve . . . . .	45
4.2.1 Mathematische Betrachtungen zur Bedeutung des Koeffizienten $a$ . . . . .	45
4.2.2 Untersuchung der Temperaturfunktion $a_r(T_r)$ . . . . .	48
4.2.3 Funktionsansätze für $a_r(T_r)$ . . . . .	54
5 Die Wiedergabe des fluiden Zustandsgebiets . . . . .	58
5.1 Einführung . . . . .	58
5.2 Der Einfluß der Koeffizienten $(u, w, \zeta_k, b_k)$ auf die Wiedergabe des fluiden Zustandsgebiets . . . . .	62
5.2.1 Ergebnisse für Gleichung I . . . . .	62
5.2.2 Ergebnisse für Gleichung II . . . . .	67
5.3 Aufstellung der generalisierten Zustandsgleichungen . . . . .	69

5.3.1	Stoffabhängige Regression der Koeffizienten $(u, w, \zeta_k, b_k)$ . . . . .	71
5.3.2	Festlegung der Temperaturfunktion $a_r(T_r)$ und Aufstellung der endgültigen generalisierten Zustandsgleichungen . . . . .	76
5.4	Vergleich der neuen Zustandsgleichungen mit den bekannten Gleichungen . . . . .	82
6	Kubische Zustandsgleichungen für Kältemittel . . . . .	91
6.1	Das für die Kältetechnik wichtige Zustandsgebiet . . . . .	91
6.2	Aufstellung der Zustandsgleichungen . . . . .	93
6.2.1	Zustandsgleichung und Meßdatensatz . . . . .	93
6.2.2	Festlegung der Temperaturfunktionen für R 134a . . . . .	94
6.2.2.1	Isothermenweise Anpassung und Strukturoptimierung	96
6.2.2.2	Nachoptimierung . . . . .	105
6.2.3	Bewertung der neuen Zustandsgleichung für R 134a . . . . .	106
6.2.4	Aufstellung der Zustandsgleichungen für weitere Kältemittel .	109
6.2.5	Bewertung der Zustandsgleichungen durch die Berechnung von Kälteprozessen . . . . .	113
7	Zusammenfassung . . . . .	118
<b>Anhang</b>		
A	Meßdatensatz . . . . .	119
B	Mathematische Beziehungen zur Auswertung der Zustandsgleichungen . . .	124
	Literaturverzeichnis . . . . .	128