

Dipl.-Ing. Stefan Winkler, Stuttgart

**Zum Phasenverhalten
fluider Mischungen,
dargestellt am Beispiel
von Gemischen aus Kohlen-
dioxid, Wasser, n-Butanol
und Aceton**

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **443**

Inhalt

Zeichen	IX
Summary	XI
Zusammenfassung	XVI
1 Motivation und Standort	1
2 Thermodynamische Beschreibung	5
2.1 Das Gleichgewichtsprinzip —	6
2.1.1 Das Phasengleichgewicht	8
2.1.2 Chemisches Gleichgewicht	9
2.1.3 Die Phasenregel	10
2.1.4 Stabilität	12
2.1.4.1 Vorbetrachtungen	12
2.1.4.2 Stabilität hinsichtlich benachbarter Phasen	13
2.1.4.3 Stabilität bezüglich nichtbenachbarter Phasen	14
2.1.4.4 Nachbemerkingen	20
2.1.5 Kritische Phänomene	21
2.2 ... — und seine Wirksamkeit durch thermische Zustandsgleichungen	31
2.2.1 Kubische Zustandsgleichungen	32
2.2.1.1 Die Redlich-Kwong-Gleichung	33
2.2.2 Mischungsregeln	35
2.2.3 Zur Bestimmung des Fugazitätskoeffizienten	37
3 Ergebnisse	39
3.1 Zweistoffgemische	39
3.1.1 $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$	39
3.1.2 $\text{CO}_2\text{-n-Butanol}$	44
3.1.3 $\text{H}_2\text{O-n-Butanol}$	49
3.1.4 Aceton-n-Butanol	50

3.2 Dreistoffgemische	52
3.2.1 $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O-Aceton}$	53
3.2.1.1 Übersicht	54
3.2.1.2 Gleichgewichte bei 40°C und 40 bar	57
3.2.1.3 Stabilitätsuntersuchung	57
3.2.2 $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O-n-Butanol}$	60
3.2.2.1 Übersicht	60
3.2.2.2 Phasengleichgewichte bei 40°C und 40 bar	63
3.2.2.3 Vierphasengleichgewichte in Dreistoffgemischen	65
3.2.2.4 Vierphasengleichgewicht bei 40°C	69
3.2.2.5 Vierphasengleichgewicht bei 30°C	72
3.2.2.6 Vierphasenlinie und kritische Endpunkte	74
3.2.2.7 Obere kritische Dreiphasenlinie	80
3.2.2.8 Phasengleichgewichte bei 40°C und 100 bar	81
3.2.3 $\text{CO}_2\text{-Aceton-n-Butanol}$	83
3.2.4 $\text{H}_2\text{O-Aceton-n-Butanol}$	84
3.3 Das Vierstoffgemisch	85
3.3.1 Dreiphasengleichgewichte bei 40°C und 40 bar	86
3.3.2 Vierphasengleichgewichte	91
4 Ausblick	103
5 Experimentelles	107
5.1 Versuchsaufbau	107
5.2 Messung von Phasengleichgewichten	112
5.3 Messung kritischer Phänomene	114
5.3.1 Messung der oberen kritischen Dreiphasenlinie	114
Anhang A – Meßergebnisse	117
Anhang B – Parameter für das Rechenmodell	128
Anhang C – Verallgemeinerung der Stabilitätsbedingung und Algorithmus zur Stabilitätsprüfung	129
Anhang D – Zum Extremalproblem vierphasiger Vierstoffgemische	132
Schrifttum	134