

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	V
<b>0 Einleitung</b> .....	1
<b>1 Dimensionslose Kennzahlen</b> .....	5
1.1 Grundbegriffe .....	5
1.2 Physikalische Ähnlichkeit .....	8
1.3 Modelltheorie .....	11
1.4 Dimensionsanalyse .....	13
<b>2 Chemische Thermodynamik</b> .....	17
2.1 Grundbegriffe .....	17
2.1.1 Abgrenzung der Chemischen Thermodynamik .....	17
2.1.2 Größen der Chemischen Thermodynamik .....	19
2.1.3 Thermische Zustandsgleichung .....	20
2.2 Hauptsätze .....	24
2.2.1 Innere Energie und 1. Hauptsatz .....	24
2.2.2 Entropie, 2. und 3. Hauptsatz .....	27
2.3 Abgeleitete Zustandsgrößen und Gleichgewichtsbedingungen .....	29
2.4 Mischphasen und Mehrphasen-Systeme .....	31
2.4.1 Mischphasen .....	31
2.4.2 Mehrphasengleichgewichte und das Einkomponenten-System .....	35
2.4.3 Zweiphasen-Systeme mit mehreren Komponenten .....	37
2.5 Reaktionssysteme .....	42
2.5.1 Reaktionsenergie .....	42
2.5.2 Reaktionsgleichgewicht .....	44
2.5.3 Reaktionskinetik .....	47
<b>3 Grenzflächen und Partikel</b> .....	51
3.1 Thermodynamik der Grenzflächen .....	51
3.2 Zweiphasen-Systeme .....	53
3.3 Dreiphasen-Systeme .....	54
3.4 Partikel .....	55
<b>4 Strömungslehre</b> .....	61
4.1 Grundlagen .....	61
4.1.1 Strömungslehre und Rheologie .....	61
4.1.2 Differentielle Form der Grundgleichungen .....	65
4.1.3 Integrale Form der Grundgleichungen .....	68
4.1.4 Bernoullische Gleichung .....	73

4.2	Laminarströmung und Turbulenz .....	76
4.3	Integration der Grundgleichungen .....	79
4.3.1	Exakte Integration .....	79
4.3.2	Integration bei Vernachlässigung einzelner Terme .....	81
4.3.3	Teilintegration durch Dimensionsanalyse .....	83
4.4	Einige Anwendungen der Strömungslehre .....	85
4.4.1	Widerstand von Körpern in Strömungen .....	85
4.4.2	Druckverluste in Leitungen und Apparaten .....	88
4.4.3	Durchflußmessungen über Druckverluste .....	90
4.4.4	Druckverluste in Haufwerken .....	91
4.4.5	Zweiphasen-Strömungen .....	94
4.4.5.1	Wirbelschicht .....	94
4.4.5.2	Blasensäulen .....	95
4.4.5.3	Rieselfilme .....	96
<b>5</b>	<b>Wärmedurchgangsprozesse .....</b>	<b>99</b>
5.1	Grundbeziehungen für den Wärmetransport .....	99
5.1.1	Transportmechanismen .....	99
5.1.2	Wärmeleitung .....	100
5.1.3	Konvektiver Wärmetransport .....	104
5.1.4	Wärmestrahlung .....	106
5.2	Wärmeübergang und -durchgang .....	108
5.2.1	Ansatz für den Wärmeübergang .....	108
5.2.2	Wärmeübergang an einphasige Fluide .....	109
5.2.3	Wärmeübergang bei Phasenumwandlungen .....	115
5.2.4	Wärmedurchgang .....	119
5.3	Berechnung von Wärmetauschern .....	120
5.3.1	Ansätze .....	120
5.3.2	Treibendes Temperaturgefälle .....	123
5.3.3	Auslegung und Optimierung .....	128
<b>6</b>	<b>Stoffaustauschprozesse .....</b>	<b>133</b>
6.1	Grundbeziehungen für den Stoffaustausch .....	133
6.1.1	Transportmechanismen .....	133
6.1.2	Stoffübergang .....	136
6.1.3	Stoffdurchgang .....	140
6.2	Zur Berechnung von Stoffaustauschapparaten .....	143
6.3	Berechnung über die Stoffdurchgangszahl .....	143
6.3.1	Rektifikation .....	146
6.3.2	Absorption und Extraktion .....	146
6.4	Berechnung über die Trennstufe .....	149
6.4.1	Grundbeziehungen .....	149
6.4.2	Rektifikation binärer Mischungen .....	152
6.4.3	Absorption und Extraktion .....	157
6.4.4	Vielstoffsysteme .....	162
6.5	Optimierung von Stoffaustauschapparaten .....	162

<b>7</b>	<b>Technische Reaktionsführung</b> .....	165
7.1	Bedeutung der technischen Reaktionsführung .....	165
7.2	Zur chemischen Reaktion .....	167
7.2.1	Stöchiometrie .....	167
7.2.2	Reaktionstechnische Begriffe .....	167
7.2.3	Makroreaktionskinetik .....	169
7.3	Reaktionsapparate .....	171
7.4	Ideale Reaktoren .....	173
7.4.1	Diskontinuierlich betriebener Rührkessel .....	173
7.4.2	Kontinuierlich betriebener Rührkessel .....	174
7.4.3	Strömungsrohr .....	174
7.4.4	Verweilzeiten .....	175
7.5	Kombination und Optimierung idealer Reaktoren .....	176
7.6	Rückführung nicht umgesetzter Komponenten .....	179
7.7	Verweilzeitverteilung .....	180
7.7.1	Grundbegriffe .....	180
7.7.2	Umsatzgrad und Verweilzeitspektrum .....	183
7.8	Kalorische Effekte .....	185
7.9	Stabilität .....	187
<b>8</b>	<b>Mathematischer Anhang</b> .....	191
8.1	Koordinatennetze .....	191
8.1.1	Funktionsleitern und rechtwinklige Netze .....	191
8.1.2	Dreiecksnetz (Gibbsche Koordinaten) .....	195
8.2	Partielle Differentialquotienten und das totale Differential .....	199
8.3	Häufigkeitsverteilungen .....	202
8.3.1	Relative Häufigkeit und Summenhäufigkeit .....	202
8.3.2	Mittel- und Streuwerte .....	205
8.3.3	Spezielle Häufigkeitsverteilungen .....	207
<b>9</b>	<b>Lösungen der Aufgaben</b> .....	211
<b>10</b>	<b>Literatur</b> .....	225
<b>11</b>	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	227