

# Inhaltsverzeichnis

1.	<b>Trennverfahren in der Chemie</b> .....	9
2.	<b>Systematik der Stofftrennung</b> .....	13
2.1.	Definitionen .....	13
2.2.	Grundverfahren .....	14
3.	<b>Theorie der Stofftrennung</b> .....	17
3.1.	Trennprinzipien .....	17
3.1.1.	Phasenbildung und Phasengleichgewichte .....	17
3.1.2.	Trennfaktor .....	20
3.1.3.	Multiplikation des elementaren Trenneffektes .....	24
3.2.	Grenzflächenprobleme .....	28
3.3.	Optimale Trennmethoden und Trennaufwand .....	31
3.4.	Komplexe Trennaufgaben .....	36
4.	<b>Thermische Trennverfahren</b> .....	40
4.1.	Destillation .....	41
4.1.1.	Theoretische Grundlagen .....	43
4.1.1.1.	Siedepunktsdifferenz .....	43
4.1.1.2.	Dampfdruck-Temperatur-Beziehung $p-\theta$ .....	45
4.1.1.3.	Relative Flüchtigkeit und Aktivitätskoeffizient .....	48
4.1.1.4.	Siedediagramm und Gleichgewichtskurve .....	51
4.1.2.	Berechnung von Trennaufgaben .....	54
4.1.2.1.	Ermittlung der theoretischen Trennstufenzahl $n_{th}$ für diskontinuierliche Arbeitsweise nach <i>McCabe-Thiele</i> .....	56
4.1.2.2.	Ermittlung der theoretischen Trennstufenzahl $n_{th}$ für kontinuierliche Arbeitsweise nach <i>McCabe-Thiele</i> .....	60
4.1.3.	Kolonnenauswahl .....	64
4.1.3.1.	Kolonnentypen .....	64
4.1.3.2.	Kolonnentestung .....	77
4.1.4.	Vakuum- und Druckdestillation .....	79
4.1.4.1.	Methoden der Vakuumdestillation .....	80
4.1.4.2.	Druckdestillation .....	87
4.1.5.	Selektive Methoden .....	87
4.1.5.1.	Trägerdampfdestillation .....	88
4.1.5.2.	Azeotrope und extraktive Destillation .....	91
4.1.5.3.	Lösungsdestillation .....	95
4.2.	Diffusion .....	98
4.2.1.	Thermoeffusion in der Gasphase .....	100
4.2.2.	Thermoeffusion in der flüssigen Phase .....	104
4.2.3.	Massendiffusion .....	105
4.3.	Trocknung .....	107
4.3.1.	Methoden und Anwendungsgebiete .....	107
4.3.2.	Trocknungsmethoden im Labor .....	111
4.4.	Kristallisation .....	118
4.4.1.	Umkristallisieren im Labor .....	121
4.4.2.	Erstarren und Zonenschmelzen .....	124
4.5.	Sublimation .....	128
4.5.1.	Anwendung im Labor .....	130

4.5.2.	Gefriertrocknung	132
4.6.	Kryogene Methoden	135
<b>5.</b>	<b>Verteilungsmethoden (Sorptionsmethoden)</b>	<b>137</b>
5.1.	Adsorption	137
5.1.1.	Allgemeine Gesetzmäßigkeiten	137
5.1.2.	Adsorption von Gasen	140
5.1.3.	Oberflächenbestimmung poröser Substanzen durch Physisorption	141
5.1.4.	Adsorption aus Lösungen	143
5.2.	Extraktion und multiplikative Verteilung	143
5.2.1.	Quantitative Beschreibung der Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte	144
5.2.2.	Wahl des Lösungsmittels	148
5.2.3.	Einfache und wiederholte Extraktion	149
5.2.4.	Multiplikative Extraktionsverfahren	152
5.2.5.	Fest-Flüssig-Extraktion	158
5.3.	Absorption	159
5.4.	Ionenaustausch	161
5.4.1.	Ionenaustauschertypen	162
5.4.2.	Kapazität und Säure-Base-Verhalten der Ionenaustauscher	162
5.4.3.	Ionenaustauschgleichgewichte	165
5.4.4.	Geschwindigkeit des Ionenaustausches	167
5.5.	Molekularsiebe	167
5.5.1.	Struktur der Molekularsiebe	168
5.5.2.	Selektiva dsorption an Molekularsieben	169
5.5.3.	Praktische Anwendungen der Molekularsiebe für Trennprozesse	171
5.6.	Trennung über Einschlußverbindungen	172
5.6.1.	Grundlagen	172
5.6.2.	Wichtige Einschluß- und Additionsverbindungen	175
5.7.	Fällungsverfahren	192
<b>6.</b>	<b>Chromatographische Verfahren</b>	<b>195</b>
6.1.	Einführung	195
6.2.	Chromatographisches Prinzip	195
6.3.	Verfahren und Ausführungsformen der chromatographischen Stofftrennung	198
6.3.1.	Einteilung nach der Trennphasenkombination	198
6.3.2.	Einteilung nach dem physikalisch-chemischen Trennprinzip	198
6.3.3.	Einteilung nach der Gestaltung der Trennstrecke	199
6.3.4.	Einteilung nach der Technik der Chromatogrammentwicklung	199
6.4.	Theoretische Grundlagen	200
6.5.	Gaschromatographie	213
6.5.1.	Einführung	213
6.5.2.	Experimentelle Anordnung und allgemeine Arbeitsweise	214
6.5.3.	Begriffe und Bewertungsgrößen	214
6.5.4.	Wichtige Funktionselemente einer gaschromatographischen Apparatur	221
6.5.5.	Trennungen an Kapillarsäulen	227
6.5.6.	Qualitative und quantitative Informationen aus einem Gaschromatogramm	228
6.6.	Säulenchromatographie	230
6.6.1.	Einführung	230
6.6.2.	Experimentelle Anordnung und allgemeine Arbeitsweise	231
6.6.3.	Trennphasen	233

6.6.4.	Qualitatives und quantitatives Resultat	235
6.7.	Dünnschichtchromatographie	236
6.7.1.	Einführung	236
6.7.2.	Trennphasen	237
6.7.3.	Anfertigung eines Chromatogramms	239
6.7.4.	Qualitatives und quantitatives Resultat	243
6.8.	Papierchromatographie	244
6.8.1.	Einführung	244
6.8.2.	Papier und stationäre Phase	244
6.8.3.	Mobile Phase	245
6.8.4.	Technik der Papierchromatographie	246
6.8.5.	Auswertung der Papierchromatogramme	249
6.9.	Ionenaustauschchromatographie	250
6.9.1.	Vorbereitung der Austauschersäulen	250
6.9.2.	Wasserenthärtung und Wasserentsalzung durch Ionenaustausch	251
6.9.3.	Trennung von Metallionen an Anionenaustauschern auf Grund der Chlorokomplexbildung	253
6.9.4.	Trennung von Metallspuren an Kationenaustauschern durch Elutionschromatographie	253
6.9.5.	Verdrängungschromatographische Trennung von Metallionen unter Verwendung von Komplexbildnern	256
6.10.	Auswahl des Verfahrens	257
<b>7.</b>	<b>Elektrochemische Trennverfahren</b>	<b>260</b>
7.1.	Wanderung geladener Teilchen im elektrischen Feld	260
7.2.	Elektrophorese	262
7.2.1.	Trägerfreie Elektrophorese	262
7.2.2.	Elektrophorese auf Trägermaterial	264
7.3.	Elektroosmose	268
7.4.	Elektrodialyse	270
7.5.	Elektrolyse	271
<b>8.</b>	<b>Membrantrennprozesse</b>	<b>274</b>
8.1.	Theoretische Grundlagen	274
8.2.	Membranfiltration	280
8.3.	Dialyse und Diasolyse	283
8.4.	Osmose und Umkehrosmose	286
8.5.	Permeationsverfahren in Gas- und Flüssigphase	288
8.5.1.	Permeation in der Gasphase	289
8.5.2.	Permeation in der flüssigen Phase	290
<b>9.</b>	<b>Mechanische Trennverfahren</b>	<b>297</b>
9.1.	Sedimentieren	298
9.2.	Filtrieren	299
9.3.	Zentrifugieren	308
9.4.	Methoden zur Trennung von Systemen fest-fest	314
9.4.1.	Sieben	315
9.4.2.	Analyse von Mikrokörnungen	317
9.5.	Flotieren	320
<b>10.</b>	<b>Biologische und biochemische Trennverfahren</b>	<b>324</b>
	Literaturverzeichnis	328
	Sachwörterverzeichnis	333