

Inhaltsübersicht

Häufig benützte Formelzeichen	XIV
Allgemeine Literaturübersicht	XVI

Kapitel 1: Allgemeine Grundlagen (P. GRASSMANN)

1.1 Mechanische und thermische Verfahrenstechnik	1
1.2 Erhaltungssätze und Bilanzgleichungen	3
1.3 Exergiebilanzen	6
1.4 Konzentrationsmaße	10
1.5 Absatzweiser und kontinuierlicher Betrieb	13
1.6 Maßsysteme	13
1.7 Einige Hinweise für die Literatursuche.	15

Kapitel 2: Wärmeaustauscher (E. WEDER)

2.1 Einleitung	17
2.2 Bilanzgleichungen für Gleich-, Gegen- und Kreuzstrom	18
2.3 Wärmeübergang und Wärmedurchgang	18
2.4 Einführung dimensionsloser Kennzahlen	21
2.5 Gebrauchsformeln und Diagramme für den Wärmeübergang und den Druckverlust	23
2.6 Wirtschaftlichkeit	27
2.7 Konstruktives und Sonderbauarten	29
2.7.1 Rohrbündelwärmeaustauscher	29
2.7.2 Sonderbauarten (ohne Rohrbündel)	31
2.7.3 Einige allgemeine Richtlinien zur Konstruktion von Wärmeaustauschern	34
2.8 Beheizte Gefäße	34
2.8.1 Wasserdampf als Heizmittel	34
2.8.2 Induktionsheizung	35
2.8.3 Dielektrische Heizung	35
2.9 Wärmeübertragungsmittel	35

Kapitel 3: Verdampfer und Kondensatoren (E. WEDER)

3.1 Der Wärmeübergang beim Verdampfen	39
3.2 Bauarten von Verdampfern	45
3.3 Der Wärmeübergang beim Kondensieren	47
3.4 Bauarten von Kondensatoren	50

Kapitel 4: Grundlagen der Trennprozesse (F. WIDMER)

4.1	Definitionen	53
4.2	Gasgemische	53
4.3	Die reversible Trennarbeit idealer Gasgemische	55
4.4	Aggregatzustandsänderungen reiner Stoffe	58
4.5	Lösungen	59
4.5.1	Das RAOULTSche Gesetz	59
4.5.2	Anwendung auf ideal verdünnte Salzlösungen	59
4.5.3	Mischungswärme	61
4.6	Enthalpie-Konzentrationsdiagramme	62
4.6.1	Das Hebelgesetz und die Mischungsgerade	63
4.6.2	Der Verlauf der Isothermen in der flüssigen und in der gasförmigen Phase	64
4.6.3	Der Verlauf der Isothermen im Zweiphasengebiet, Gleichgewichtsverhalten	65

Kapitel 5: Zerlegung von Gemischen durch Verdampfen (E. WEDER)

5.1	Eindampfen und Verdampfen wässriger Lösungen	67
5.1.1	Darstellung im h, w -Diagramm und Berechnung der Wärmemengen	67
5.1.2	Wärmeökonomie, Brüdenverdichtung, Mehrfacheffekt	72
5.2	Destillation	75
5.2.1	Zur Theorie der Lösungen	75
5.2.2	Die offene Destillation	79

Kapitel 6: Rektifikation (E. WEDER)

6.1	Einführung.	83
6.2	Die Bilanzgeraden im MCCABE-THIELE-Diagramm	87
6.2.1	Die Verstärkungsgerade	87
6.2.2	Die Abtriebsgerade	90
6.3	Die Bodenkolonne	91
6.3.1	Der Glocken- und der Siebboden	91
6.3.2	Die Zahl der theoretischen Böden	94
6.3.3	Das Verstärkungsverhältnis	95
6.3.4	Die Flüssigkeitsführung und Sonderbauarten von Rektifizierböden	98
6.3.5	Das Mindestrücklaufverhältnis	100
6.3.6	Berechnung einer vollständigen, stetig arbeitenden Bodenkolonne	101
6.3.7	Berechnung im h, w -Diagramm	105
6.3.8	Der Druckabfall eines Bodens	113
6.3.9	Kolonnenquerschnitt und Bodenabstand	115

6.4	Die Füllkörperkolonne	118
6.4.1	Einführung	118
6.4.2	HETP, NTU, HTU und Kolonnenhöhe	120
6.4.3	Der Druckabfall und die Belastungsverhältnisse in Füllkörperkolonnen	122
6.5	Rektifikation unter erschwerten Bedingungen	125
6.5.1	Vakuum- und Wasserdampfrektifikation	125
6.5.2	Dreistoffrektifikation	129
6.5.3	Mehrstoffrektifikation	129
6.5.4	Zugabe weiterer Komponenten zur Veränderung der Gleichgewichtskurve und die extractive Rektifikation	130

Kapitel 7: Absorption und Gaswaschung (F. WIDMER)

7.1	Einleitung und Definitionen	133
7.2	Grundlegende Beziehungen, Bilanzgerade	133
7.3	Allgemeine Anforderungen an ein Waschmittel	135
7.4	Phasengleichgewichte	136
7.4.1	Phasengleichgewichte von physikalisch lösenden Waschmitteln	137
7.4.2	Phasengleichgewichte von chemisch wirkenden Waschmitteln	139
7.4.3	Literaturangaben über Gleichgewichtsdaten	141
7.5	Stoffaustauschvorgänge	141
7.5.1	Zweifilmtheorie	142
7.5.2	Turbulenztheorien	146
7.6	Aufnahme der Absorptionswärme	149
7.7	Berechnung der theoretischen Bodenzahl n_{th}	150
7.8	Bestimmung der Kolonnenhöhe von Füllkörperkolonnen	153
7.8.1	Zahl und Höhe von Übergangseinheiten	155
7.9	Wahl des Durchmessers von Absorptionskolonnen	157
7.9.1	Füllkörperkolonnen	157
7.9.2	Bodenkolonnen	158
7.10	Absorbertypen	158
7.10.1	Oberflächen- und Dünnschichtabsorber	158
7.10.2	Füllkörperkolonnen	159
7.10.3	Gasblasenwäscher (Bodenkolonnen)	160
7.10.4	Apparate mit Flüssigkeitszerstäubung	160
7.11	Regeneration des Lösungsmittels	161
7.11.1	Regeneration durch Austreiben im inerten Gasstrom	161
7.11.2	Regeneration durch Entspannen	163
7.11.3	Regeneration durch Auskochen	164
7.11.4	Beispiel eines Regenerationsprozesses	164
7.12	Bemerkungen zur Betriebsweise von Absorptionsanlagen	165

Kapitel 8: Extraktion (F. WIDMER)

8.1	Definitionen und Anwendungen	169
8.1.1	Anwendung der Flüssig-Flüssig-Extraktion	169
8.2	Gleichgewichte von Flüssig-Flüssig-Systemen	170
8.3	Durchführung der Extraktion	174
8.3.1	Absatzweise Extraktion	174
8.3.2	Kontinuierliche Gegenstromextraktion	176
8.4	Wahl des Extraktionsmittels	177
8.5	Berechnung der Gegenstromextraktion unter vereinfachenden Annahmen	180
8.6	Verfeinerte Berechnung der Gegenstromextraktion unter Berücksichtigung der gegenseitigen Löslichkeit von Abgeber und Aufnehmer	182
8.7	Bestimmung der Höhe von Füllkörperkolonnen	187
8.8	Wahl der dispersen und der kontinuierlichen Phase	189
8.9	Extraktionsapparate	190
8.9.1	Mischer-Abscheider	190
8.9.2	Sprühkolonnen	191
8.9.3	Füllkörperkolonnen	191
8.9.4	Bodenkolonnen	193
8.9.5	Rührkolonnen	194
8.9.6	Extraktoren	197
8.9.7	Auswahl der geeigneten Extraktionseinrichtung	198
8.10	Längsmischung in Flüssig-Flüssig Extraktions-Kolonnen	198
8.10.1	Stufenmodell	201
8.10.2	Backflow-Modell	201
8.10.3	Dispersionsmodell	203
8.11	Beispiele von Extraktionsprozessen	204
8.11.1	Entfernung von Mercaptanen aus Kohlenwasserstoffen	204
8.11.2	Reinigung von Rohcaprolactam	205

Kapitel 9: Adsorption und Ionenaustausch (H. H. SCHICHT)

9.1	Allgemeines	208
9.2	Adsorption	208
9.2.1	Der Adsorptionsvorgang, Sorptionsisothermen	208
9.2.2	Die technischen Adsorbentien	211
9.2.3	Molekularsiebe	212
9.2.4	Die Adsorption aus der Gasphase	213
9.2.5	Die Adsorption aus der flüssigen Phase	215
9.2.6	Chromatographie	215
9.3	Ionenaustausch	215

Kapitel 10: Trocknung fester Stoffe (H. H. SCHICHT)

10.1	Einleitung, Definitionen	218
10.2	Der feuchte Körper	219
10.2.1	Die Arten der Feuchtigkeitsbindung	219
10.2.2	Die Bewegung der Feuchtigkeit im Gut	220
10.3	Das feuchte Gas	223
10.3.1	Das h , X -Diagramm nach MOLLIER	223
10.3.2	Zur Anwendung des h , X -Diagrammes nach MOLLIER	224
10.4	Die Wärmeübertragung an das feuchte Gut.	228
10.4.1	Konvektionstrocknung.	228
10.4.2	Kontaktstrocknung	229
10.4.3	Strahlungstrocknung	230
10.4.4	Trocknung durch im Gut gespeicherte Wärme (adiabate Vakuum- trocknung)	231
10.4.5	Dielektrische Trocknung	231
10.5	Der Verlauf der Trocknung	232
10.5.1	Der erste Trocknungsabschnitt	232
10.5.2	Der Knickpunkt	233
10.5.3	Der zweite Trocknungsabschnitt	234
10.5.4	Der dritte Trocknungsabschnitt	235
10.5.5	Der Trocknungsverlauf unter technischen Bedingungen	236
10.6	Die technischen Trockner	236
10.6.1	Konvektionstrockner	237
10.6.2	Kontaktstrockner	242
10.7	Die Gefriertrocknung	244
10.8	Kriterien zur Auswahl des optimalen Trocknungsverfahrens	245

Kapitel 11: Kristallisation (H. H. SCHICHT/G. SCHÜTZ)

11.1	Allgemeines	248
11.2	Definitionen und Grundbegriffe	248
11.3	Löslichkeit und Überlöslichkeit	249
11.4	Die Keimbildung	252
11.5	Das Kristallwachstum	255
11.6	Kristalltracht, Dendriten und Whiskers	258
11.7	Lösungs- und Kristallisationsenthalpie	259
11.8	Kristallisatoren	260
11.8.1	Verdampfungskristallisatoren	260
11.8.2	Kühlungskristallisatoren	261
11.8.3	Vakuumkristallisatoren	262

11.9	Fraktionierte Kristallisation	263
11.9.1	Gegenstrom-Verfahren mit Rücklauf	264
11.9.2	Andere Verfahren	266
11.10	Weitere Kristallisationsverfahren	267
11.10.1	Adduktive Kristallisation	267
11.10.2	Züchtung großer Einkristalle	268
11.10.3	Höchstdruckkristallisation	268
11.10.4	Kristallisation mittels Transportreaktionen	268

Kapitel 12: Verschiedene Trennverfahren (H. H. SCHICHT)

12.1	Sonderverfahren zur Isotopentrennung	269
12.1.1	Die Kaskadentheorie	269
12.1.2	Physikalische Verfahren der Isotopentrennung	272
12.1.3	Chemische und elektrochemische Verfahren der Isotopen- trennung	274
12.2	Elektrophorese	275
12.3	Umgekehrte Osmose oder Hyperfiltration	275
12.4	Dialyse und Elektrodialyse	276

Kapitel 13: Verweilzeit und Verweilzeitspektrum (H. H. SCHICHT)

13.1	Verweilzeitspektrum und mittlere Verweilzeit	278
13.2	Die Übergangsfunktion	284
13.3	Die Frequenzgangdarstellung des Verweilzeitverhaltens	286
13.4	Verweilzeitverhalten und Längsvermischung	286

Kapitel 14: Das chemische Gleichgewicht (G. SCHÜTZ)

14.1	Einleitung	288
14.2	Das Massenwirkungsgesetz	288
14.3	Anwendungen des Massenwirkungsgesetzes	290
14.4	Anwendung des ersten Hauptsatzes der Thermodynamik auf chemische Reaktionen.	293
14.5	Entropieänderungen bei chemischen Reaktionen und der NERNSTsche Wärmesatz	296
14.6	Reversible Arbeit chemischer Reaktionen	297
14.7	Die Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstanten	298

Kapitel 15: Reaktionskinetik (G. Schütz)

15.1	Einleitung	300
15.2	Molekularität der Reaktionen	301
15.3	Reaktionsordnung	303
15.4	Die Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeitskonstanten . .	307
15.5	Zusammengesetzte Reaktionen	311
15.6	Polymerisationen	316
15.7	Explosionen	317
15.8	Heterogene Reaktionen	320
15.9	Die Katalyse	324

Kapitel 16: Reaktoren (G. Schütz)

16.1	Einleitung	327
16.2	Einteilung der Reaktoren	327
16.3	Chargenweiser und kontinuierlicher Betrieb (Satzbetrieb und Fließbetrieb)	329
16.4	Die drei Stufen der Reaktionskinetik	330
16.5	Dimensionierung von Reaktoren	331
	16.5.1 Der homogene, instationäre Rührkessel	333
	16.5.2 Der homogene, stationäre Rührkessel	334
	16.5.3 Die Rührkesselskaskade	335
	16.5.4 Das Reaktionsrohr	338
16.6	Wärmeumsatz und Stabilität von Reaktoren	341
16.7	Rückführungen	344
16.8	Der Einfluß des Druckabfalls und des Verweilzeitspektrums . . .	345
	Lösungen zu den Aufgaben	347
	Literaturverzeichnis	369
	Register	378