

Dipl.-Ing. Markus H. Bauer, Burghausen

Synthese und Optimierung nichtidealer Rektifizierprozesse

Reihe **3**: Verfahrenstechnik

Nr. **496**

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Problemstellung	1
1.2	Lösungsansatz	4
1.3	Überblick	5
2	Synthese und Analyse rektifikativer Prozesse	7
2.1	Heuristische und überschlägige Methoden	7
2.1.1	Schaltungsentwurf auf der Basis heuristischer Regeln	8
2.1.2	Überschlägige Berechnung der Rektifikation	12
2.2	Thermodynamische Analyse	15
2.2.1	Vorbemerkungen	15
2.2.2	Rektifikation bei völligem Rücklauf	16
2.2.3	Rektifikation bei teilweisem Rücklauf	23
2.2.4	Rektifikation mit überlagerter Absorption	27
2.3	Rigorese mathematische Methoden	33
2.3.1	Prozeßsimulation	33
2.3.2	Prozeßoptimierung	37
2.3.3	Strukturoptimierung	40
3	Entwicklung von Überstrukturen	47
3.1	Vorbemerkungen	47
3.2	Überstrukturen der einzelnen Rektifizierkolonne	48
3.3	Prozeßüberstrukturen zur Zerlegung zeotroper Gemische	50
3.3.1	Scharfe Abtrennung von Randkomponenten	50
3.3.2	Trennung mit verteilten Komponenten	52

3.4	Prozeßüberstrukturen zur Zerlegung azeotroper Gemische	56
3.4.1	Abtrennung von Randkomponenten	56
3.4.2	Konzept der bevorzugten Trennung	60
3.5	Prozeßüberstrukturen zur Zerlegung azeotroper Gemische mit Zusatzstoff .	61
3.6	Zusammenfassung	65
4	Modellierung	67
4.1	Aufstellen von Modell und Gleichungen	67
4.1.1	Modell der Gleichgewichtsstufe	67
4.1.2	Phasengleichgewicht	69
4.1.3	Kolonnen- und Prozeßmodell	72
4.1.4	Zusammenfassung der Modellannahmen	72
4.2	Modellierung der Rektifikation als nichtlineares Optimierproblem	74
4.2.1	Freiheitsgrad im stationären Betrieb	74
4.2.2	Problemformulierung	75
4.2.3	Initialisierung des Gleichungssystems	75
4.3	Modellierung der Rektifikation als gemischt-ganzzahliges Optimierproblem	77
4.3.1	Freiheitsgrad in der Planungsphase	77
4.3.2	Problemformulierung	78
4.3.3	Modellierung struktureller Randbedingungen	79
4.3.4	Regeln für gemischt-ganzzahlige Modelle	81
4.3.5	Modifikation der MESH-Gleichungen	86
5	Bewertung von Prozeßvarianten	89
5.1	Bewertungsmodelle	89
5.1.1	Energetische Bewertung	89
5.1.2	Exergetische Bewertung	90
5.1.3	Ökonomische Bewertung	91
5.2	Kostenrechnung	93
5.2.1	Annualisierung der Kosten	93
5.2.2	Betriebskosten	95
5.2.3	Investitionskosten	97
5.2.4	Auslegung der Apparate	101

6 Fallstudien	104
6.1 Untersuchungen an der Einzelkolonne	104
6.1.1 Optimale Feedeinspeisestelle	104
6.1.2 Kostenstruktur bei der Einzelkolonne	107
6.1.3 Sensitivität auf die Auslegungsparameter	109
6.2 Prozesse zur Zerlegung eines zeotropen Gemisches	112
6.2.1 Stofflich gekoppelter Prozeß mit Seitenkolonne	112
6.2.2 Prozeß mit dampfförmiger Einspeisung	115
6.2.3 Prozeß mit flüssiger Einspeisung	117
6.3 Prozesse zur Zerlegung eines azeotropen Gemisches	119
6.3.1 Entwurf des kostenoptimalen Prozesses	119
6.3.2 Studie zur stofflichen Kopplung	124
6.3.3 Studie zur Optimierung der Azeotroprückführung	126
6.3.4 Studie zur Optimierung der Reinstoffrückführung	128
6.3.5 Sensitivität des Prozesses auf das Ausgangsgemisch	130
6.4 Optimierung einer großtechnischen Extraktivrektifikation	135
6.4.1 Trennaufgabe und gegenwärtige Lösung	135
6.4.2 Neuplanung des kostenoptimalen Prozesses	137
6.4.3 Verbesserung des bestehenden Prozesses	139
7 Schlußbemerkungen	142
7.1 Zusammenfassung	142
7.2 Ausblick	144
8 Anhang	147
9 Literatur	149