

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	7
2	Literaturübersicht	9
2.1	Typen von Mehrphasenreaktoren	9
2.2	Dynamische Eigenschaften	10
2.3	Stoffübergang und chemische Reaktion	11
2.4	Theorie der Mehrphasen-Reaktoren	13
2.5	Analogiebetrachtungen an Wärmetauschern und elektrischen Regelkreislaufgliedern	14
3	Beschreibung der Modelle	17
4	Mathematische Behandlung der Modelle	20
4.1	Aufstellung der Massenbilanzgleichungen und Formulierung der Rand- bzw. Anfangsbedingungen	20
4.2	Einführen dimensionsloser Kenngrößen	21
5	Der Gleichstromreaktor	25
5.1	Ausgangsgleichungen	25
5.2	Lösung des Differentialgleichungssystems für den stationären Betriebszustand	25
5.3	Lösung des Differentialgleichungssystems für die instationäre Konzentrationsverteilung	30
5.3.1	Der homogene instationäre Gleichstrom	31
5.3.2	Der inhomogene instationäre Gleichstrom	35
5.3.2.1	Konstantenvariation	36
5.3.2.2	Die Lösung des Gleichstroms im Laplace-Raum	41
5.4	Rücktransformation der instationären Gleichstromlösungen	43
5.4.1	Zusammenfassung der Laplace-abhängigen Glieder	44
5.4.2	Rücktransformation der ersten beiden Terme von Phase 1	45
5.4.3	Rücktransformation des 3. Terms von Phase 1	49

5.4.4	Rücktransformation des 4. Terms von Phase 1	52
5.4.5	Rücktransformation des 5. und 6. Terms von Phase 1 . . .	59
5.4.6	Rücktransformation des 7. und 8. Terms von Phase 1 . . .	72
5.4.7	Rücktransformation der ersten beiden Terme von Phase 2 .	76
5.4.8	Rücktransformation des 3. Terms von Phase 2	77
5.4.9	Rücktransformation des 4. Terms von Phase 2	79
5.4.10	Rücktransformation des 5. und 6. Terms von Phase 2 . . .	79
5.4.11	Rücktransformation des 7. und 8. Terms von Phase 2 . . .	80

6 Der Gegenstromreaktor 85

6.1	Ausgangsgleichungen	85
6.2	Lösung des Differentialgleichungssystems für den stationären Betriebszustand	85
6.3	Lösung des Differentialgleichungssystems für den instationären Gegenstromreaktor	88
6.3.1	Der homogene instationäre Gegenstrom	89
6.3.2	Der inhomogene instationäre Gegenstrom	91
6.3.2.1	Konstantenvariation	91
6.3.2.2	Die Lösung des Gegenstroms im Laplace-Raum . .	97
6.3.3	Rücktransformation der instationären Gegenstromlösung durch Reihenentwicklung in negative Exponenten für kurze Zeiten	99
6.3.3.1	Zusammenfassung der Laplace-abhängigen Funktionen	99
6.3.3.2	Rücktransformation der ersten beiden Terme von Phase 1	102
6.3.3.3	Rücktransformation des 3. Terms von Phase 1 . .	103
6.3.3.4	Rücktransformation des 4. Terms von Phase 1 . .	109
6.3.3.5	Rücktransformation des 5. und 6. Terms von Phase 1	114
6.3.3.6	Rücktransformation des 7. und 8. Terms von Phase 1	123

6.3.3.7	Rücktransformation der ersten beiden Terme von Phase 2	131
6.3.3.8	Rücktransformation des 3. Terms von Phase 2	131
6.3.3.9	Rücktransformation des 4. Terms von Phase 2	135
6.3.3.10	Rücktransformation des 5. und 6. Terms von Phase 2	139
6.3.3.11	Rücktransformation des 7. und 8. Terms von Phase 2	147
6.3.4	Rücktransformation der instationären Gegenstromlösungen für lange Zeiten nach dem Residuensatz	155
6.3.4.1	Anwendung des Heaviside'schen Entwicklungssatzes auf Phase 1	155
6.3.4.2	Rücktransformation der ersten beiden Terme von Phase 1	157
6.3.4.3	Rücktransformation der Terme 3 bis 8 von Phase 1	157
6.3.4.4	Polstellenbestimmung	162
6.3.4.5	Faltung und Endergebnis der Rücktransformation von Phase 1 für lange Zeiten	167
6.3.4.6	Anwendung des Heaviside'schen Entwicklungssatzes auf Phase 2	168
6.3.4.7	Rücktransformation der ersten beiden Terme von Phase 2	170
6.3.4.8	Rücktransformation der Terme 3 bis 8 von Phase 2	171
6.3.4.9	Faltung und Endergebnis der Rücktransformation von Phase 2 für lange Zeiten	173
7	Graphische Darstellungen und Diskussion	175
7.1	Mathematische Diskussion der Differentialgleichungssysteme	175
7.2	Allgemeine Erläuterungen	180
7.3	Graphische Darstellung des instationären Gleichstromreaktors	185
7.4	Diskussion des instationären Gleichstromreaktors	198

7.5	Graphische Darstellung des instationären Gegenstromreaktors . . .	201
7.6	Diskussion des instationären Gegenstromreaktors	213
8	Zusammenfassung	216
9	Symbolverzeichnis	218
9.1	Dimensionsbehaftete Größen	218
9.2	Dimensionslose Größen	220
9.3	Relativgrößen	220
9.4	Abkürzungen der instationären Massenbilanzausgangsgleichungen	221
9.5	Funktionen	221
9.5.1	Allgemeine Funktionen	221
9.5.2	Zusammengefaßte Funktionen des Gleichstromreaktors . . .	222
9.5.3	Zusammengefaßte Funktionen des Gegenstromreaktors . . .	222
9.6	Matrizen	225
9.6.1	Zusammengefaßte Matrizen des Gleichstroms	225
9.6.2	Zusammengefaßte Matrizen des Gegenstroms	226
9.7	Zusammengefaßte Größen und Abkürzungen des Gleichstroms	227
9.7.1	Lateinische Buchstaben	227
9.7.2	Griechische Buchstaben	229
9.8	Zusammengefaßte Größen und Abkürzungen des Gegenstroms	230
9.8.1	Lateinische Buchstaben	230
9.8.2	Griechische Buchstaben	232
9.9	Lauf- und Integrationsvariablen	232