

# Inhaltsverzeichnis

**Vorwort** IX

**Formelzeichen und Abkürzungen** XIII

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Die Aufgaben der Chemischen Reaktionstechnik	1
1.2	Wirtschaftliche Prozessführung	4
<b>2</b>	<b>Chemiereaktoren im Überblick</b>	<b>9</b>
2.1	Betriebsweise und Grundtypen von Chemiereaktoren	9
2.2	Beurteilungsgrößen für Chemiereaktoren	13
<b>3</b>	<b>Physikalisch-chemische Aspekte der Reaktionstechnik</b>	<b>19</b>
3.1	Umsatz und Stöchiometrie	19
3.2	Das chemische Gleichgewicht	25
3.3	Reaktionskinetische Gleichungen	30
3.4	Aufstellen der Materialbilanz	34
3.5	Aufstellen der Wärmebilanz	35
<b>4</b>	<b>Grundlagen der Reaktormodellierung und -simulation</b>	<b>39</b>
4.1	Mathematische Modelle	39
4.2	Simulation	42
<b>5</b>	<b>Ideale, isotherm betriebene Reaktoren</b>	<b>45</b>
5.1	Der diskontinuierlich betriebene Rührkessel	45
5.2	Der kontinuierlich betriebene Rührkessel	59
5.3	Das Strömungsrohr	68
5.4	Reaktoren mit Kreislaufführung	79
5.4.1	Der Kreislauf- oder Schlaufenreaktor	79
5.4.2	Reaktor mit Trennstufe und Rückführung	87
5.5	Halbkontinuierlich betriebene Reaktoren	92
5.6	Reaktorkombinationen	101

5.6.1	Die Rührkesselkaskade	102
5.6.2	Reihenschaltung von Rührkessel und Strömungsrohr	113
5.6.3	Reihen- und Parallelschaltung von Strömungsrohren	115
5.7	Leistungsvergleich der Idealreaktoren	116
<b>6</b>	<b>Messung und Auswertung kinetischer Daten für den Reaktorbetrieb</b>	<b>125</b>
6.1	Rückvermischungseffekt bei einfachen Reaktionen	125
6.2	Reaktordesign für komplexe Reaktionen	134
6.2.1	Parallelreaktionen	134
6.2.2	Folgereaktionen	137
6.2.3	Komplexe Serienreaktionen	140
6.2.4	Vergleichende Betrachtung von komplexen Reaktionen	145
6.3	Laborreaktoren für kinetische Untersuchungen	152
6.4	Analyse kinetischer Daten mittels Regression	169
<b>7</b>	<b>Nichtideale Reaktoren und Reaktormodelle</b>	<b>179</b>
7.1	Verweilzeitspektrum	179
7.2	Verweilzeitsummenfunktion und mittlere Verweilzeit	182
7.3	Experimentelle Ermittlung der Verweilzeitkurven	185
7.4	Verweilzeitverteilung und Umsatz in Realreaktoren	187
7.5	Modellbetrachtungen	193
7.5.1	Diffusions- und Kaskadenmodell	194
7.5.2	Zwei-Parameter-Modell: Rührreaktor mit Totzone und Kurzschluss-Strömung	204
7.5.3	Rührreaktor mit Kurzschluss-Strömung und schlecht durchmischter Zone	208
7.6	Einfluss der Vermischung auf den Umsatz	213
7.6.1	Segregation	213
7.6.2	Zeitpunkt der Vermischung	217
<b>8</b>	<b>Reaktorauslegung unter Berücksichtigung des Wärmetransports</b>	<b>221</b>
8.1	Lenkung des Temperaturverlaufs in Reaktoren	221
8.2	Wärmeumsatz in Reaktoren	223
8.3	Wärmetechnische Auslegung von Chemiereaktoren	227
8.3.1	Der diskontinuierlich betriebene Rührkessel	227
8.3.2	Das ideale Strömungsrohr	236
8.3.3	Der kontinuierlich betriebene Rührkessel	244
<b>9</b>	<b>Der Einfluss des Stoffübergangs auf den Reaktorbetrieb</b>	<b>253</b>
9.1	Fluid-Fluid-Reaktionen	253
9.2	Heterogen katalysierte Reaktionen	258
9.3	Druckverlust in Festbettreaktoren	275
9.4	Reaktionen zwischen Gas, Flüssigkeit und Feststoff	284

<b>10</b>	<b>Technische Reaktionsführung</b>	293
10.1	Auswahlkriterien für Chemiereaktoren	293
10.2	Reaktoren für homogene Reaktionen	296
10.3	Reaktoren für heterogene Reaktionen	298
10.3.1	Fluid-Fluid-Reaktionen	298
10.3.2	Fluid-Feststoff-Reaktionen	304
10.3.3	Dreiphasen-Reaktionen	309
<b>11</b>	<b>Scale-up von Chemiereaktoren</b>	313
11.1	Problematik der Maßstabsübertragung	313
11.2	Stofftransport bei Mehrphasenprozessen	319
11.3	Vermischung in Reaktoren	324
<b>12</b>	<b>Lösungen zu den Übungsaufgaben</b>	337
<b>13</b>	<b>Literaturhinweise</b>	361
<b>Anhang</b>		367
<b>Stichwortverzeichnis</b>		371