

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Grundlagen. Idealierte Modelle	13
2.1	Betriebsweise von Reaktoren	13
2.2	Idealierte Reaktortypen	16
2.2.1	Grundtypen	16
2.2.2	Reaktorschaltungen	22
2.2.3	Dispersionsmodelle	25
2.2.4	Reaktorkombinationen	30
2.2.5	Spezialfälle (Teil-Zellrückführung)	34
2.3	Formalkinetiken des Zellwachstums und der Produktbildung in idealisierten Reaktoren	42
2.3.1	Qualitative Beschreibung des Wachstums und der Produktbildung	43
2.3.2	Wachstumsmodelle	50
	– Nichtstrukturierte verteilte Modelle	
	– Kompetitive Inhibierung	
	– Nichtkompetitive Inhibierung	
	– Substratinhibierung	
	– Produktinhibierung	
	– Pilzkulturen	
2.3.3	Modelle der Produktbildung	58
2.3.4	Wachstum in idealisierten Reaktoren	60
2.3.4.1	Nichtlimitiertes Wachstum	60
	– Rührkessel-Satzreaktor	
	– Kontinuierlicher Rührkessel	
	– Säulenreaktor	
	– Schlaufenreaktor	
2.3.4.2	Substratlimitiertes Wachstum	77
	– Rührkessel-Satzreaktor	
	– Kontinuierlicher Rührkessel	
	– Kombination verschiedener Reaktoren (Rührkessel-Strömungsrohr, Strömungsrohr mit Rückführung, Rührkesselkaskade)	
	– Säulenreaktoren	
	– Schlaufenreaktoren	
2.3.4.3	Sauerstofflimitiertes Wachstum	100
	– Kontinuierlicher Rührkessel	
	– Säulenreaktor	
	– Schlaufenreaktor	
2.3.5	Erweiterung der Modelle durch eine Sterberate bzw. ein Erhaltungsglied	110
2.3.6	Erweiterung der Modelle durch eine Inhibierung des Wachstums	116
2.3.6.1	Inhibierungsmodelle	116
2.3.6.2	Rührkessel-Satzreaktor	117

2.3.6.3	Kontinuierlicher Rührkessel	118
2.3.6.4	Säulenreaktor	128
2.3.6.5	Schlaufenreaktor	131
2.3.7	Produktbildung in idealisierten Reaktoren	133
2.3.7.1	Rührkessel	133
2.3.7.2	Säulenreaktor	135
2.3.7.3	Schlaufenreaktor	137
2.3.7.4	Produktinhibierung im Säulenreaktor	138
2.3.7.5	Produktinhibierung im Schlaufenreaktor	140
2.3.8	Anwendung der Bilanzen zur Abschätzung der biologischen Modellparameter	142
2.3.8.1	Vereinfachte Kohlenstoffbilanzen	142
2.3.8.2	Einführung des „Reduktionsgrades“	145
2.3.8.3	Thermodynamische Grundlagen der Bilanzierung	149
2.3.8.4	Allgemeine Bilanzen von Zellwachstum, Produktbildung und Enthalpie	153
2.3.8.5	Lineare Wachstumsgleichungen	157
2.3.8.6	Grenzen der Ausbeutekoeffizienten	161
2.3.8.7	Bestimmung der Wirkungsgrade des Wachstums	172
2.3.8.8	Wärmeproduktion beim aeroben Wachstum	178
2.4	Prozeßführung in Rührkesseln	180
2.4.1	Diskontinuierliche Prozeßführung	181
2.4.2	Kontinuierliche Prozeßführung	187
2.4.2.1	Vorteile des kontinuierlichen Betriebs	187
2.4.2.2	Dynamisches Verhalten von Bioreaktoren bei	189
	– Substratlimitierung	
	– Auswaschzustand	
	– Wandwachstum	
2.4.2.3	Dynamisches Verhalten von Bioreaktoren mit offenem und geschlossenem Regelkreis	208
	– Reaktoren mit offenem Regelkreis (open loop reactors)	
	– Reaktoren mit geschlossenem Regelkreis (closed loop reactors)	
2.4.3	Halbkontinuierlicher Betrieb	222
2.4.4	Periodische Zulauf-Satz-Kultivierung	229
	Symbolverzeichnis	246
	Register	256