

Horst Chmiel (Hrsg.)

# Bioprozesstechnik

3., neu bearbeitete Auflage

# Inhalt

Vorwort .....	V	4.2 Grundlegende Bioprozessmodelle: Bilanzen und Kinetik.....	105
Verzeichnis der Autoren .....	XI	4.3 Das Monod-Modell .....	106
<b>1 Einführung in die Zellbiologie .....</b>	<b>1</b>	4.4 Lösung des Prozessmodells für den Satzbetrieb ( <i>batch</i> ) .....	109
<i>Lutz Fischer, Horst Chmiel</i>		4.5 Lösung des Prozessmodelles für kontinuierlichen Betrieb .....	114
1.1 Die Zelle als kleinste lebende Einheit ....	1	4.6 Lösung des Prozessmodells für Zulaufverfahren ( <i>fed-batch</i> ) .....	129
1.2 Verschiedene Zelltypen, Viren und Phagen .....	7	4.7 Verfahren mit Zellrückhaltung .....	131
1.3 Fortpflanzung und Evolution.....	16	4.8 Erweiterungen und Modifikationen des Monod-Modells .....	133
<b>2 Einführung in die Biochemie .....</b>	<b>23</b>	4.9 Methoden der Medienentwicklung....	142
<i>Karl-Heinz Klemptner, Lutz Fischer, Manfred Karl Otto</i>		4.10 Populationsdynamik in Konkurrenzsituationen .....	145
2.1 Bausteine der Zelle.....	23	4.11 Umsatz in autokatalytischen Reaktionen .....	146
2.2 Stoffwechsel.....	41	<b>5 Rheologie von Biosuspensionen ..</b>	<b>151</b>
2.3 Regulation zellulärer Vorgänge .....	49	<i>Horst Chmiel, Eckehard Walitza</i>	
2.4 Gentechnik .....	58	5.1 Die parallele Schichtenströmung.....	151
<b>3 Enzymkinetik .....</b>	<b>67</b>	5.2 Viskosimeterströmungen inkompres- sibler visko-elastischer Flüssigkeiten... 153	
<i>Andreas Liese, Lutz Hiltner, Michael Howaldt, Horst Chmiel</i>		5.3 Mathematische Modellierung der stationär ermittelten Fließkurve.....	158
3.1 Aktivität und Stabilität .....	68	5.4 Repräsentative Viskosität .....	159
3.2 Reaktionsmechanismen enzymatischer Ein-Substrat-Reaktionen.....	69	5.5 Das Rührer-Rheometer .....	161
3.3 Einfluss der Umgebungsbedingungen... 73		5.6 Die instationäre Scherströmung viskoelastischer Fluide.....	162
3.4 Bestimmung der kinetischen Konstanten .....	78	5.7 Dehnströmungen .....	166
3.5 Lineare und nicht-lineare Regression ...	81	5.8 Das Fließverhalten von Fermentationsbrühen .....	167
3.6 Effektorkinetik .....	84	<b>6 Transportvorgänge in Biosuspensionen.....</b>	<b>175</b>
3.7 Reversible Enzymreaktionen .....	89	<i>Horst Chmiel, Eckehard Walitza</i>	
3.8 Allosterie und Kooperativität .....	91	6.1 Maßstabsübertragung .....	175
3.9 Enzymreaktionen mit zwei Substraten .....	95	6.2 Leistungseintrag beim Rühren von Flüssigkeiten .....	179
<b>4 Wachstum: Kinetik und Prozessführung.....</b>	<b>99</b>	6.3 Stofftransport in Biosuspensionen....	183
<i>Bernhard Sonnleitner, Horst Chmiel</i>		6.4 Wärmeübergang im Bioreaktor .....	191
4.1 Ideale Prozesse zur Messung der Kinetik.....	102		

<b>7</b>	<b>Bioreaktoren</b> . . . . .	<b>197</b>	<b>11</b>	<b>Kultivierung von Säugetierzellen</b> . . . . .	<b>373</b>
	<i>Horst Chmiel</i>			<i>Michael Howaldt, Franz Walz, Ralph Kempken</i>	
7.1	Definition eines Bioreaktors. . . . .	197	11.1	Eigenschaften von Tierzellen . . . . .	373
7.2	Mischer . . . . .	197	11.2	Zellcharakterisierung . . . . .	381
7.3	Reaktortypen. . . . .	198	11.3	Die Umgebung von Zellen in Kultur . . . . .	388
7.4	Hochdurchsatzverfahren für die Bioprozessentwicklung . . . . .	227	11.4	Zellkultivierungsmethoden . . . . .	392
7.5	Schaumprobleme . . . . .	232	11.5	Prozessführung bei Säugerzellkulturen . . . . .	396
<b>8</b>	<b>Sterilisation und Sterildesign</b> . . . . .	<b>237</b>	11.6	Prozessentwicklung und Scale-up . . . . .	401
	<i>Jörg Hinrichs, Heinrich Buck, Gerhard Hauser</i>		11.7	Großtechnische biopharmazeutische Produktion . . . . .	410
8.1	Thermische Stabilität von Mikroorganismen. . . . .	237	<b>12</b>	<b>Enzymatische Prozesse</b> . . . . .	<b>427</b>
8.2	Kinetik der thermisch induzierten Veränderungen . . . . .	239		<i>Sebastian Briechle, Michael Howaldt, Thomas Röthig, Andreas Liese</i>	
8.3	Vergleich und Optimierung des Behandlungseffekts . . . . .	242	12.1	Mathematische Beschreibung idealer Reaktortypen . . . . .	428
8.4	Sicherheitsniveau für Sterilisationsprozesse . . . . .	243	12.2	Technischer Einsatz von freien und immobilisierten Enzymen . . . . .	439
8.5	Kontinuierliche Verfahren zur thermischen Mediumsterilisation . . . . .	244	12.3	Prozessvarianten . . . . .	440
8.6	Sterilfiltration . . . . .	244	12.4	Stofftransportlimitierung bei trägerimmobilisierten Enzymen. . . . .	442
8.7	Funktion von Dampfsterilisatoren (Autoklaven) . . . . .	245	12.5	Enzym-Membranreaktoren. . . . .	447
8.8	Sterilisierbare Bioreaktoren . . . . .	246	12.6	Nicht-konventionelle Reaktionsmedien . . . . .	451
8.9	Sterildesign . . . . .	248	12.7	Prozessbeispiele . . . . .	465
<b>9</b>	<b>Bioprozessanalytik und -steuerung</b> . . . . .	<b>263</b>	<b>13</b>	<b>Mikrobielle Prozesse</b> . . . . .	<b>477</b>
	<i>Bernd Hitzmann, Thomas Scheper</i>			<i>Christoph Syldatk, Horst Chmiel</i>	
9.1	Charakteristische Parameter des Bioprozessmonitorings . . . . .	263	13.1	Mikrobielle Stoffproduktion . . . . .	477
9.2	Messtechnik. . . . .	265	13.2	Produktion rekombinanter Proteine . . . . .	481
9.3	Softwaresensoren . . . . .	284	13.3	Mikrobielle Aminosäureproduktion . . . . .	482
9.4	Automatisierung. . . . .	288	13.4	Mikrobielle Produktion von Biotensiden. . . . .	485
<b>10</b>	<b>Aufarbeitung (Downstream Processing)</b> . . . . .	<b>295</b>	13.5	Biokatalytische Epoxidierung von Styrol zu enantiomerenreinem (S-) Styroloxid . . . . .	486
	<i>Horst Chmiel</i>		13.6	Biotechnische Herstellung organischer Säuren . . . . .	488
10.1	Zellernte. . . . .	296	13.7	Mikrobielle Produktion von Aromastoffen. . . . .	493
10.2	Zellaufschluss . . . . .	302	13.8	Bioethanolproduktion . . . . .	495
10.3	Produktisolation, -konzentrierung und -reinigung . . . . .	307	13.9	Biotechnische Herstellung von Biomasse. . . . .	497
10.4	Entwicklung von Downstream-Prozessen. . . . .	363	13.10	Mikrobielle Abwasserreinigung unter Einsatz von Membranen . . . . .	498

---

<b>14 Systembiologie in der Bioverfahrenstechnik . . . . .</b>	<b>507</b>
<i>Ralf Takors</i>	
14.1 Einführung in die Systembiologie . . . . .	507
14.2 Aufgaben der Systembiologie für die Bioprozessentwicklung . . . . .	510
14.3 Stöchiometrische Stoffflussanalysen ( <i>metabolic flux analysis, MFA</i> ) . . . . .	511
14.4 Stoffflussanalysen auf der Basis von Markierungsinformation. . . . .	513
14.5 Metabolische Kontrollanalyse ( <i>metabolic control analysis, MCA</i> ) . . . . .	516
14.6 Signaltransduktion . . . . .	520
<b>Symbolverzeichnis . . . . .</b>	<b>527</b>
<b>Sachregister . . . . .</b>	<b>531</b>