

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	IX
 <i>Teil I. Naturwissenschaftliche Zusammenhänge zur Biotechnologie</i>	 1
Einleitung: Biologie – allgemeine Naturwissenschaft – Technik	1
 <b>1. Biologie, eine Einführung für Ingenieure</b>	 11
1.1 Die biologische Zelle	20
1.2 Energieverwertung	26
1.2.1 Energiespeicher	27
1.2.2 Energieübertragung	29
1.2.3 Energie und Entropie	31
1.3 Informationsverarbeitung	34
1.3.1 Information in der Biologie	37
1.3.2 Die molekulare Struktur der DNS	37
1.3.3 DNS als Träger der Erbinformation	41
1.3.4 Übertragung genetischer Informationen	44
 <i>Teil II. Technisch-industrielle Anwendung der Biotechnologie</i>	 48
 <b>2. Nutzung der Biologie im technisch-industriellen Maßstab</b>	 48
2.1 Bionik: die Anwendung biologischer Erkenntnisse	49
2.2 Ernährung	51
2.3 Gesundheit	54
2.4 Moderne Biotechnologie	56
2.4.1 Anwendung der Mikrobiologie	56
2.4.1.1 Einführung in die Mikrobiologie	57
2.4.1.2 Einführung in die Biochemie	71
2.4.1.2.1 Katabolismus	77
2.4.1.2.2 Anabolismus	78
2.4.1.2.3 Stoffwechselregulation	80
2.4.1.3 Wachstum	97
2.4.1.3.1 Das Monod-Modell	103
2.4.1.3.2 Erhaltungsenergie	107
2.4.1.4 Mikrobielle Produktion	108

2.4.2 Züchtung von Gewebezellen in Suspensionskulturen . . .	115
2.4.2.1 Züchtung pflanzlicher Zellen . . . . .	120
2.4.2.2 Züchtung tierischer Zellkulturen . . . . .	122
<b>3. Überproduktion der Zelle: die industrielle Biotechnologie . . . . .</b>	<b>129</b>
3.1 Physiologische Manipulationen . . . . .	133
3.1.1 Überproduktion von Primärmetaboliten . . . . .	134
3.1.2 Überproduktion von Sekundärmetaboliten . . . . .	134
3.2 Genetische Manipulation . . . . .	136
3.3 Technische Manipulation . . . . .	139
3.3.1 Fermentationstechnik . . . . .	143
3.3.1.1 Vorbereitende Arbeiten zur Fermentation . . .	143
3.3.1.2 Der Bioreaktor . . . . .	148
3.3.1.3 Turmreaktoren und Blasensäulen . . . . .	164
3.3.1.4 Reaktorbetrieb . . . . .	166
3.3.1.5 Stichwortverzeichnis für Bioreaktoren . . . . .	170
3.4 Ausblick zur mikrobiologischen Überproduktion . . . . .	171
<b>4. Prozeßführung von Fermentationen . . . . .</b>	<b>172</b>
4.1 Betriebsweisen in der biologischen Produktion . . . . .	172
4.1.1 Chemostat – die kontinuierliche Kultur . . . . .	174
4.1.1.1 Grundlagen der kontinuierlichen Prozeßführung . . . . .	174
4.1.2 Anmerkungen zum Chemostaten . . . . .	183
4.1.2.1 Übergangsverhalten zwischen stationären Zuständen . . . . .	183
4.1.2.2 Anwendung der Chemostat-Formalismen auf Mischkulturen . . . . .	184
4.1.2.3 Berücksichtigung der Erhaltungsenergie im Chemostat . . . . .	185
4.1.2.4 Auswirkung einer Sauerstofflimitierung . . . . .	185
4.1.3 Fed-Batch-Kultur (semikontinuierliche Kultur) . . . . .	187
4.1.4 Anwendung unterschiedlicher Betriebsweisen . . . . .	188
4.1.5 Mediumsoptimierung durch die turbidostatische Prozeßführung . . . . .	189
4.1.6 Gewinnung von Hochleistungsstämmen durch Selektionsdruck in der kontinuierlichen Kultur (Evolution im Labor) . . . . .	189
4.1.7 Allgemeine Betrachtungen zur kontinuierlichen Kultur . . .	190
4.2 Meßtechnik . . . . .	192
4.2.1 Systematisierung der Prozeßgrößen . . . . .	192
4.2.2 Meßwerterfassung und Meßwertbildung . . . . .	195
4.2.2.1 Beispielhafte Meßtechniken . . . . .	196
4.2.2.2 Biologische Sensoren . . . . .	209
4.2.3 Biologische Testsysteme . . . . .	217

4.3 Regelungstechnik	218
4.3.1 Struktur eines Regelkreises	218
4.3.2 Eingesetzte Regler	219
4.3.3 Beispiel der Entwicklung eines Regelungssystems in der Biotechnologie: der Po <sub>2</sub> -Regler	220
4.4 Einsatz von Digitalrechnern zur Kontrolle von Fermentationsprozessen	223
Verzeichnis der Symbole	244
<b>5. Aufarbeitungstechnik, eine Übersicht</b>	<b>245</b>
5.1 Übersicht über Grundoperationen in der Biotechnologie	246
5.2 Abtrennung der Zellen	247
5.3 Zellaufschluß	248
5.4 Abtrennung der unlöslichen Zelltrümmer	249
5.5 Produktanreicherung	249
5.6 Feinreinigung	250
5.7 Konzentrierung	250
<b>6. Technisch-industrielle Prozesse</b>	<b>252</b>
6.1 Der Biotechnologiemarkt	253
6.2 Produktionsprozesse	254
6.2.1 Biomasse	254
6.2.2 Alkohol	256
6.2.2.1 Bierherstellung	258
6.2.3 Spezielle primäre Biosyntheseprodukte	260
6.2.4 Sekundäre Biosyntheseprodukte	267
6.2.5 Biotransformationen	269
6.3 Abbauprozesse (Umweltbiotechnologie)	270
6.3.1 Abwassertechnik	270
6.3.2 Biologische Abgasreinigung	275
6.3.3 Umwandlung von Abfall	276
<i>Teil III. Perspektiven und Risiken</i>	<b>283</b>
<b>7. Perspektiven der Biotechnologie</b>	<b>283</b>
7.1 Einführung in gesellschaftspolitische Aspekte der Biotechnologie	283
7.1.1 Schwellen zur Einführung neuer Technologien	284
7.1.2 Vergleich Kernphysik – Gentechnologie	285
7.1.3 Gesellschaftliche Interessengruppen	287
7.2 Bewertungsmöglichkeiten der Biotechnologie	289
7.2.1 Auswirkungen biotechnologischer Anwendungen	293
7.2.1.1 Eingesetzte Organismen	293
7.2.1.2 Produkte	294
7.2.1.3 Methoden und Verfahren	295

7.3 Anwendungsgebiete zur Untersuchung von Auswirkungen der Biotechnologie	295
7.3.1 Risiko- und Sicherheitsfragen	297
7.3.1.1 Gefahren, Richtlinien, Gesetze	297
7.3.1.1.1 Gefahren durch gentechnische Experimente	298
7.3.1.1.2 Richtlinien, Verordnungen, Gesetze	300
7.3.1.1.3 Bisherige Gesetzgebung	301
7.3.1.2 Tierische Zellen	302
7.3.1.3 Pflanzenzellen	303
7.3.1.4 Ausblick zur Diskussion der Risiko- und Sicherheitsfragen	304
7.3.2 Nutzen durch die moderne Biotechnologie	305
7.3.2.1 Biotechnologie und Umweltschutz	306
7.3.2.2 Biotechnologie und Informatik	309
7.3.2.3 Biotechnologie und Landwirtschaft, Forst- und Meereswirtschaft	312
7.3.2.4 Auswirkungen der Biotechnologie auf den Arbeitsmarkt	326
7.4 Schlußbetrachtung zu den soziopolitischen Aspekten mit „Blick über den Zaun“	336
7.4.1 Manipulationen am Menschen	336
7.4.2 Ethische und religiöse Fragen zur Biotechnologie	338
 Glossar	 341
Literatur	342
Sachwort- und Namensverzeichnis	346