

P. Gacesa · J. Hubble

# Enzym- technologie

Übersetzt von Dr. Barbara Vollert-Schmid

Überarbeitet von Dr. Gisela Hummel

Mit 68 Abbildungen und 19 Tabellen

Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg New York  
London Paris Tokyo  
Hong Kong Barcelona Budapest

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	XI
<b>Quellenverzeichnis</b> .....	XIII
<b>Symbole und Einheiten</b> .....	XV
<b>1. Einleitung</b> .....	1
1.1. Historisches .....	1
1.2. Auswahl von Biokatalysatoren .....	3
1.3. Gesetzliche Auswirkungen beim Einsatz von Enzymen ..	6
1.4. Das Wachstum der Enzymindustrie .....	11
<b>2. Industriell genutzte Rohmaterialien für Enzyme</b> .....	15
2.1. Einleitung .....	15
2.2. Rohstoffquellen für Enzyme .....	15
2.3. Mikrobielle Enzyme .....	17
2.4. Kontrolle der mikrobiellen Enzymproduktion .....	21
2.5. Genmanipulationstechniken .....	24
2.6. Schlußbemerkungen .....	33
<b>3. Extraktion und Reinigung von Enzymen</b> .....	35
3.1. Einleitung .....	35
3.2. Die Extraktion von Enzymen .....	36
3.3. Die Reinigung von Enzymen .....	38
3.3.1. Fraktionierung .....	38
3.3.2. Ionenaustauschchromatographie .....	39
3.3.3. Chromatofokussierung .....	41
3.3.4. Gelpermeationschromatographie .....	42
3.3.5. Affinitätschromatographie .....	43
3.3.6. Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) .....	44
3.4. Reinigungen im großen Maßstab .....	46
3.5. Enzymspezifikation .....	47
3.6. Schlußbemerkungen .....	49

<b>4. Reaktionskinetik und Reaktorkonstruktion</b> .....	51
4.1. Einführung .....	51
4.2. Reaktionsgeschwindigkeit .....	51
4.2.1. Bestimmung der kinetischen Konstanten .....	54
4.2.2. Temperatur- und pH-Abhängigkeit .....	58
4.3. Reaktionsumsatz .....	60
4.4. Auslegung von Enzymreaktoren .....	62
4.4.1. Diskontinuierliche Prozesse .....	62
4.4.2. Kontinuierliche Prozesse .....	63
4.4.3. Die Wahl des Reaktortyps .....	66
4.5. Schlußbemerkungen .....	71
<b>5. Enzyme in Medizin und Pharmazie</b> .....	73
5.1. Einleitung .....	73
5.2. Enzymtherapie .....	73
5.2.1. Genetische Defekte .....	74
5.2.2. Künstliche Organe .....	75
5.2.3. Neoplasmakontrolle .....	77
5.2.4. Erkrankungen des Blutkreislaufes .....	79
5.3. Analytische Verwendung .....	80
5.3.1. Die direkte Analyse von Metaboliten .....	81
5.3.2. Indirekte enzymatische Analysen .....	82
5.4. Pharmazeutische Anwendungen .....	83
5.4.1. Halbsynthetische Antibiotika .....	83
5.4.2. Steroide .....	84
5.5. Schlußbemerkungen .....	86
<b>6. Einfluß der Immobilisierung auf Enzymstabilität und Enzymverwendung</b> .....	87
6.1. Einleitung .....	87
6.2. Enzymstabilität .....	87
6.2.1. Stabilisierungsmöglichkeiten während der Lagerung .....	89
6.2.2. Stabilisierungsmöglichkeiten für den Prozeßablauf .....	89
6.3. Die Immobilisierung von Enzymen .....	90
6.3.1. Immobilisierung und Enzymaktivität .....	92
6.3.2. Immobilisierung und Enzymstabilität .....	99
6.4. Schlußbemerkungen .....	100
<b>7. Enzyme in Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie</b> .....	101
7.1. Einleitung .....	101
7.2. Weiterentwicklung traditioneller Verfahren .....	101

7.2.1. Milchprodukte .....	101
7.2.2. Proteolyse .....	102
7.2.3. Abbau von Kohlehydraten .....	103
7.2.4. Raffinierung von Zucker .....	105
7.2.5. Abfallbehandlung .....	105
7.3. Entwicklung neuer Verfahren .....	107
7.3.1. Der Abbau von Cellulose .....	107
7.3.2. Die Hydrolyse von Lactose .....	108
7.3.3. Die Umwandlung von Stärke .....	108
7.3.4. Enzymatische Produktion von Aminosäuren .....	110
7.4. Wirtschaftliche Überlegungen .....	112
<b>8. Biosensoren .....</b>	<b>115</b>
8.1 Einleitung .....	115
8.2. Immobilisierte Enzyme .....	117
8.3. Reaktoren für die Analyse .....	117
8.3.1. Festbettreaktor .....	118
8.3.2. Offene Rohrreaktoren .....	118
8.4. Wandlergebundene Enzyme .....	119
8.5. Enzymthermistoren .....	123
8.6. Enzymatische Feldeffekttransistoren (ENFET) .....	130
8.7. Direkte Wechselwirkungen zwischen Enzym und Elektrode .....	131
8.8. Weitere Sensoren .....	133
8.9. Die Bestimmung des Biologischen Sauerstoffbedarfs (BSB) .....	134
8.10. Schlußbemerkungen .....	135
<b>9. Enzymmodifikationen .....</b>	<b>137</b>
9.1. Einleitung .....	137
9.2. Die Auswahl der geeigneten Enzymquelle .....	137
9.3. Substitution gebundener Metallionen .....	138
9.4. Kovalente Enzymmodifikationen .....	139
9.5. Enzymatische Enzymmodifikationen .....	141
9.6. Enzym-Coenzym Komplexe .....	142
9.7. Unspezifische Veränderungen .....	146
9.8. Ortsspezifische Mutagenese .....	147
9.8.1. Chemische Mutagenese .....	147
9.8.2. Oligonucleotidmutagenese .....	148
<b>10. Ausblick .....</b>	<b>153</b>
10.1. Einleitung .....	153
10.2. Die Vorhersage von Enzymfaltung und -struktur .....	154

10.3. Enzyme in organischen Lösungsmitteln .....	157
10.4. Synthetische Enzyme .....	162
10.5. Die Regenerierung von Coenzymen .....	165
10.6. Schlußbemerkungen .....	169
<b>Anhang .....</b>	<b>171</b>
Anhang 1 .....	171
Anhang 2 .....	178
Anhang 3 .....	182
<b>Literatur .....</b>	<b>187</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>195</b>