

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>	<b>51</b>
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>	<b>73</b>
5.1. Einleitung	73
5.2. Enzymtherapie	73
5.2.1. Genetische Defekte	74
5.2.2. Künstliche Organe	75
5.2.3. Neoplasma kontrolle	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>	<b>87</b>
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>	<b>101</b>
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.</b>	<b>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.</b>	<b>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.</b>	<b>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>