

M. Sc. Volker C. Witte, Hamburg

**Mathematische Modellierung
und adaptive Prozeßsteuerung
der Kultivierung von *Cyathus
striatus***

Reihe **17**: Biotechnik

Nr. **144**

Inhalt

Nomenklatur	VIII
1 Einleitung	1
2 Biologie und Kultivierungsverhalten von <i>Cyathus striatus</i>	6
2.1 Der Basidiomycet <i>Cyathus striatus</i>	6
2.2 Kultivierungsverhalten von <i>Cyathus striatus</i>	8
2.2.1 Experimentelle Grundlagen	8
2.2.2 Verlauf typischer Satzkultivierungen	10
2.2.3 Auswirkungen der Pelletbildung auf den Kultivierungsverlauf	16
2.2.4 Einflußfaktoren auf den Kultivierungsverlauf	24
3 Mathematisches Modell	28
3.1 Aufgaben des mathematischen Modells	29
3.2 Biologisches Teilmodell	33
3.2.1 Festlegung einer Modellstruktur	33
3.2.1.1 Unstrukturierte Modelle	33
3.2.1.2 Strukturierte Modelle	36
3.2.1.3 Segregierte Modelle	39
3.2.1.4 Modelle auf enzymatischer Ebene	43
3.2.2 Struktur des biologischen Teilmodells	44
3.2.3 Transformationen	48

3.2.3.1	Bildung der Biomasse des Primär- und des Sekundärstoffwechsels.....	49
3.2.3.2	Strukturelle Biomasse	53
3.2.3.3	Produktbildung durch die Biomasse des Sekundärstoffwechsels	54
3.2.3.4	Bildung und Reaktivierung inaktiver Biomasse	54
3.2.4	Bilanzen.....	55
3.2.5	Kinetiken.....	59
3.2.6	Ausbeutekoeffizienten und respiratorische Quotienten ..	71
3.3	Reaktormodell	74
3.4	Simulationsergebnisse und Parameterschätzung.....	78
3.4.1	Simulations- und Identifikationsergebnisse	80
3.4.2	Simulation verschiedener Kultivierungen mit einem einzigen Parametersatz	92
4	Pelletmodell	95
4.1	Parameter des Pelletmodells.....	104
4.2	Simulationsergebnisse	105
4.2.1	Simulation einer Satzkultivierung	105
4.2.2	Spezielle Eigenschaften des Pelletmodells.....	110
5	Modellgestützte adaptive Steuerung einer <i>Cyathus striatus</i>-Kultivierung.....	118
5.1	Adaptive Prozeßsteuerung nach dem Open-Loop-Feedback-Optimal (OLFO) - Verfahren	118
5.2	Realisierung der OLFO-Steuerung	122

5.3 Durchführung einer Zufütterungskultivierung mit OLFO-Steuerung.....	126
5.3.1 Zielsetzung und Modellauswahl	126
5.3.2 Verlauf der realen Kultivierung mit OLFO-Steuerung.	129
5.4 Diskussion einiger Eigenschaften der OLFO-Steuerung	139
6 Zusammenfassung.....	144
Anhang A Abschätzung der stöchiometrischen Konstanten	148
Anhang B Modellvereinfachungen und Modellparameter	158
Literaturverzeichnis	167