

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abkürzungen und Formelzeichen	VIII
Zusammenfassung	1
1 Einleitung	3
2 Stand des Wissens	5
2.1 Vorkommen und Bedeutung der Hefen	5
2.1.1 Zellteilungszyklus der Hefen	5
2.1.2 Charakteristiken der Hefe <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	7
2.1.3 Initialereignis zur Sprossung der Hefe <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	7
2.1.4 Einflußfaktoren des Teilungszyklusses	9
2.1.5 Einfluß der Temperatur auf das Zellwachstum	10
2.1.6 Substratmetabolismus	11
2.1.7 Zusammenhang von Zellvitalität und Vakuolen	12
2.2 Meßtechnik zur Charakterisierung von Biosuspensionen	13
2.2.1 On-line Methoden zur Analyse der suspendierten Biomasse	13
2.2.2 Verfahren zur Bestimmung der Biomassekonzentration	15
2.2.3 Analysen zur Differenzierung der Biomasse	15
2.2.4 Methoden zur Beurteilung der Mikroorganismen	16
2.3 Digitale Bildverarbeitung	17
2.3.1 Grundlagen der Objekterkennung	17
2.3.2 Anwendungsbeispiele	20
3 Problemstellung	25
4 Material und Methoden	28
4.1 Stamm	28
4.1.1 Medienpräparation	28
4.1.2 Vorkulturführung	28
4.1.3 Standardprozeßparameter	29
4.1.4 Durchführung der Bioprozesse	29
4.2 Analytische Methoden	30
4.2.1 Ermittlung der Biomassekonzentration	30

4.2.2	Messung der Optischen Dichte	31
4.2.3	Erfassung der Glucosekonzentration	31
4.2.4	Ethanolbestimmung	31
4.2.5	Mikroskopische Analysen	31
	I Bestimmung der Gesamtzellzahl	32
	II Detektion der toten Zellen	32
	III Untersuchung der Zellverbände	33
4.2.6	Makroskopische Analysen	33
4.2.7	Berechnung der maximalen spezifischen Wachstumsrate	33
4.2.8	Ermittlung des Ausbeutekoeffizienten	33
4.2.9	Nachweis von Reservestoffen	34
4.3	Hardware der Bildverarbeitung	34
4.4	Software	35
4.4.1	Basissoftware zur Bildbearbeitung	36
4.4.2	Programmiersprache	36
4.4.3	Standardroutinen	36
	I Linienschluß	36
	II Knotenpunktkriterium	37
	III Rastergraphik-Kreisalgorithmus	38
4.5	Probenahmestrecke	38
4.5.1	Steuerprogramm	40
4.5.2	Bestimmung des Meßkammervolumens	41
4.5.3	Ermittlung der Pumpraten	41
5	Ergebnisse	42
5.1	<i>Hefewachstum und -morphologie</i>	<i>42</i>
5.1.1	Zellkonzentration	42
5.1.2	Substratabbau	44
5.1.3	Identifizierung charakteristischer Zellverbände	46
	I Einzelzellen	46
	II Zweier-Verbände	47
	III Beeinflussung des Tetraden-Anteils	49
	IV Sonstige Zellagglomerate	51
5.1.4	Formfaktor	52
5.1.5	Vitale Biomasse	54
5.1.6	Speicherstoffe	57

5.1.7	Zusammenfassung der meßtechnikrelevanten Resultate	58
5.2	Bildverarbeitung	59
5.2.1	Integratorparameter	66
5.2.2	Linienschlußkriterien	70
5.2.3	Flächenausschlußgrenzen	71
5.2.4	Vakuolendetektion	72
5.2.5	Zellverbände	74
5.2.6	Altersstruktur	75
5.3	Automatisierung	78
5.3.1	Durchfluß-Meßkammer	80
5.3.2	Sedimentationsverhalten der Zellen	82
5.3.3	Optimierung der Probenahmestrecke	85
5.3.4	Verhältnis von Rand- zu Nichtrandzellen	90
5.3.5	Prozeßapplikation	92
5.3.6	Zellverbandsverteilung	94
6	Fehlerbetrachtung	96
6.1	Biologische Prozesse	96
6.2	Bildverarbeitung	99
6.3	Automatisierung	101
7	Diskussion	106
7.1	Analyse der Bioprozesse	106
7.2	Bildverarbeitung	110
7.3	Automatisierung	113
8	Ausblick	118
9	Anhang	120
9.1	Foto der Anlage	120
9.2	Fotographische Dokumentation der Bildverarbeitungsschritte	120
10	Literaturverzeichnis	123