

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Zielsetzung	1
2	Theorie	4
2.1	Mikrobioverfahrenstechnik	4
2.1.1	Strömungsmechanik	4
2.1.2	Stofftransport	6
2.1.3	Verweilzeitverhalten	10
2.1.4	PDMS als Reaktormaterial	11
2.2	Optische Absorptions-/Transmissionsspektroskopie	14
2.3	Modellorganismus	16
2.3.1	Zellwandaufbau	18
2.3.2	Zellteilung	19
2.3.3	Zelladhäsion an Oberflächen	20
2.3.4	Stoffwechsel von <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21
2.4	Kultivierung von Mikroorganismen	23
2.4.1	Wachstumskinetik	23
	Batch-Prozesse	23
	Kontinuierliche Prozesse	25
2.4.2	Modellierung des CRABTREE-Effektes und der Diauxie in einer kontinuierlichen Kultivierung	29
3	Material und Methoden	31
3.1	Materialien, Chemikalien und Geräte	31
3.1.1	Medienzusammensetzung	31
3.1.2	Fertigung des Mikrobioreaktors	32
3.1.3	Mess- und Regelungstechnik	35
	Inkubationskammer	36
	Probenahmesystem	40
3.2	Kultivierung	41
3.2.1	Organismus, Stammhaltung und Herstellung des Inokulums	41
3.2.2	Kultivierungsprozedur im Mikromaßstab	41
	Untersuchung der Wachstumscharakteristik	41
3.2.3	Kultivierungsprozedur im Labormaßstab	43
	Schüttelkolben	43
	Rührkesselreaktor	44
3.2.4	Probenahme, -aufbereitung und Offline-Analytik	47
	Bestimmung der Biotrockenmassekonzentration	47
	Bestimmung der Metabolitenkonzentrationen von Glukose, Ethanol und Ammonium	49

Durchflusszytometrie.....	50
CLSM-Aufnahmen	51
Bestimmung des mittleren Zellformfaktors.....	52
Bestimmung der elementaren Biomassezusammensetzung.....	52
MATS-Analyse.....	53
Messung des Zeta-Potentials.....	53
CFD-Simulation	54
μ PIV-Messung.....	55
Bestimmung der mittleren Misch- und Verweilzeit im Mikrobioreaktor.....	55
Numerische Anpassung kinetischer Parameter.....	57
4 Ergebnisse und Diskussion.....	59
4.1 Strömungscharakterisierung des Mikrobioreaktors	59
4.1.1 CFD-Simulation und μ PIV-Messung.....	59
4.1.2 Misch- und Verweilzeitverhalten.....	61
4.2 Sauerstoffversorgung	64
4.3 Charakterisierung des Modellorganismus.....	68
4.3.1 Wachstumseigenschaften	68
4.3.2 Eigenschaften der Zelloberfläche.....	70
4.3.3 Kontinuierliche Kultivierung.....	72
Konzentrationsverläufe.....	72
Zelladhäsion und -agglomeration	77
Zellform	79
Respiratorischer Quotient	80
Mikroverfahrenstechnische Grenzen	82
4.4 Vergleichende reaktionskinetische Beschreibung im Labor- und Mikromaßstab	84
5 Zusammenfassung und Ausblick.....	96
6 Anhang.....	99
6.1 Kommerzielle Geräte und Verbrauchsmaterialien.....	99
6.1.1 Kommerzielle Bauteile der eigens entwickelten Mess- und Regelungstechnik.....	100
6.2 MatLab-Programme für MONTE-CARLO-Simulation.....	101
6.3 Schaltpläne und technische Zeichnungen	104
7 Abkürzungs-, Index- und Symbolverzeichnis	106
8 Literaturverzeichnis	108