
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	III
FORMELZEICHEN	V
ZUSAMMENFASSUNG	VI
SUMMARY	IX
1 EINLEITUNG	1
2 ACETON-BUTANOL-ETHANOL-FERMENTATION VON BUCHENHOLZFASERSTOFF	5
2.1 GRUNDLAGEN - THEORETISCHER HINTERGRUND	5
2.1.1 <i>Potential von lignocellulosehaltiger Biomasse für die stoffliche und energetische Nutzung</i>	5
2.1.4 <i>Herstellung von ABE-Lösungsmitteln</i>	9
2.1.4.1 Anwendung und chemische Synthese von Butanol	9
2.1.4.2 Fermentative Herstellung von Butanol	10
2.1.4.3 Aktuelle Herausforderungen und Lösungsansätze für die Butanolherstellung	13
2.1.4.4 Nutzung lignocellulosehaltiger Rohstoffe zur Herstellung von Butanol	14
2.1.4.5 Kommerzielle Butanolproduktion und Forschung & Entwicklung in der Industrie	17
2.1.5 <i>In situ Produktaufreinigung in der ABE-Fermentation</i>	18
2.2 ERGEBNISSE UND DISKUSSION	22
2.2.1 <i>Hydrolyse von Buchenholzfaserstoff</i>	22
2.2.2 <i>Fermentation von Holzhydrolysat</i>	26
2.2.3.1 Batch-Fermentation	28
2.2.3.2 Acidogene Fermentationen – Säurecrash	31
2.2.3.3 Simultane Verzuckerung und Fermentation	32
2.2.3.3.1 SSF im <i>batch</i> -Verfahren	33
2.2.3.3.2 SSF im <i>fed-batch</i> -Verfahren	35
2.2.3.4 Einfluss der Zugabe von Essigsäure zur ABE-Fermentation	37
2.2.3.5 Einfluss des pH-Werts und der Säuredissoziation auf ABE-Fermentation	39
2.2.4 <i>Aufarbeitung von Butanol durch Perstraktion</i>	39
2.2.4.1 Mathematische Beschreibung der Perstraktion	42
2.2.4.2 Fermentation mit ISPR durch Perstraktion	46
2.2.5 <i>Simultaneous Saccharification and Extractive Fermentation (SSEF)</i>	47
2.2.5.1 Zufütterung und Hydrolyse des Faserstoffes	50
2.2.5.2 Einfache modellhafte Betrachtung des SSEF-Prozesses	53
2.3 ZUSAMMENFASSUNG	62
3 BIOTECHNOLOGISCHE NUTZUNG VON ROHGLYCERIN	64
3.1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	64
3.1.1 <i>Potential von Rohglycerin</i>	64
3.1.2 <i>Nutzung des Nebenproduktes Glycerin</i>	65
3.1.3 <i>1,3-Propandiol</i>	67
3.1.4 <i>Fermentative Herstellung von 1,3-Propandiol</i>	68
3.1.4.1 Inhibierender Einfluss durch Rohglycerin	69
3.1.4.2 Vorbehandlung von Rohglycerin	72
3.1.5 <i>Adsorption von Fettsäuren durch Hydrotalcit</i>	73
3.1.6 <i>Aufarbeitung von 1,3-Propandiol</i>	74
3.2 ERGEBNISSE UND DISKUSSION	79
3.2.1 <i>Eigenschaften von Rohglycerin</i>	79
3.2.1.1 Charakterisierung des Rohglycerins	79
3.2.2 <i>Hemmende Wirkung von Rohglycerin</i>	82
3.2.3 <i>Vorbehandlung von Rohglycerin</i>	84
3.2.3.1 Extraktion von Fettsäuren	84
3.2.3.3 Adsorption von Fettsäuren	85
3.2.3.3.1 Adsorbentenscreening zur Fettsäureadsorption	85
3.2.3.3.2 Charakterisierung des Hydrotalciten EXM 2152	87
3.2.3.4 Chromatographische Fettsäurebindung mit EXM 2152	101
3.2.4 <i>Fermentation von Rohglycerin zu 1,3-Propandiol</i>	103
3.2.4.1 Batch-Fermentation von Rohglycerin	103
3.2.4.2 Fed-batch-Fermentation von Rohglycerin	105

3.2.4.3 Modellierung der 1,3-Propandiol-Fermentation	108
3.2.4.3.1 Aufstellung des Fermentationsmodells	108
3.2.4.3.2 Bestimmung der Modellparameter	108
3.2.4.3.3 Modellbasierte Untersuchung von <i>feeding</i> -Strategien	117
3.2.4.4 Untersuchung einer alternativen Stickstoffquelle: ANiMOX	120
3.2.5 <i>Adsorptive Aufarbeitung von fermentativ hergestelltem 1,3-Propandiol</i>	122
3.2.5.1 Untersuchungen im batch System	125
3.2.5.1.1 Adsorptionskinetik der Zeolithe	125
3.2.5.1.2 Untersuchung der Adsorptionsisothermen	128
3.2.5.1.3 Elution des gebundenen 1,3-Propandiols	130
3.2.5.1.4 Adsorption im Realsystem Fermentationssuspension	132
3.2.5.2 Untersuchungen im dynamischen System	133
3.2.5.2.1 Charakterisierung der Festbettadsorption	133
3.2.5.2.2 Modellierung der Festbettadsorption	135
3.2.5.3 Integration der Adsorption in die 1,3-PDO Fermentation	139
3.2.6 <i>Prozesssimulation mit SuperPro Designer</i>	149
3.3 ZUSAMMENFASSUNG	154
4 ABSCHLIEßENDE DISKUSSION UND AUSBLICK	156
5 LITERATURVERZEICHNIS	161
ANHANG A: GERÄTE UND CHEMIKALIEN	179
ANHANG B: ANALYTIK	181
ANHANG C: FERMENTATION	188
ANHANG D: AUFARBEITUNGSMETHODEN	192
ANHANG E: MODELLIERUNGEN	195
ANHANG F: ROHSTOFFE	201
ANHANG G: SONSTIGE PROTOKOLLE	204
ANHANG H: KONTINUIERLICHE FASERSTOFF ZUFÜTTERUNG	205
ANHANG I: BEISPIELRECHNUNGEN	207
ANHANG J: ANGABEN ZUR PERSON	208