

INHALTSVERZEICHNIS

Abstract	I
Kurzzusammenfassung	III
Abkürzungen und Formelzeichen	VII
1 Einleitung	1
2 Fermentative Gewinnung von Butanol	4
2.1 Einleitung und Zielsetzung.....	4
2.2 Theoretische Grundlagen.....	5
2.2.1 Grundlagen der Aceton-Butanol-Ethanol-Fermentation.....	5
2.2.2 Biobutanolproduktion gestern und heute.....	8
2.2.3 Gewinnung von Butanol aus Lignocellulose.....	11
2.2.4 Vorbehandlung von Rohstoffen und potenzielle Inhibitoren.....	15
2.3 ABE-Fermentation.....	17
2.3.1 Charakterisierung der Rohstoffe und der Hydrolysatmedien.....	17
2.3.2 Verwertung von C ₅ - und C ₆ -Zuckern.....	23
2.3.3 ABE-Fermentation mit Hydrolysatmedien.....	27
2.3.4 ABE-Fermentation mit Hydrolysatmedien unter pH-Regulation.....	31
2.4 Zusammenfassung und Ausblick: Fermentative Gewinnung von Butanol.....	36
3 Downstream-Processing von Butanol	40
3.1 Einleitung und Zielsetzung.....	40
3.2 Theoretische Grundlagen.....	41
3.2.1 Relevanz von <i>n</i> -Butanol.....	41
3.2.2 Verfahren zur Produktabtrennung.....	42
3.2.3 Extraktionsmittel für die ABE-Fermentation.....	47
3.2.4 Anwendung von <i>solvent impregnated resins</i>	48
3.2.5 Anwendung von <i>supported liquid membranes</i>	51
3.3 Extraktionsmittelanalyse.....	53
3.3.1 Charakterisierung von Extraktionsmitteln.....	53
3.3.2 Biokompatibilität von Extraktionsmitteln.....	60
3.4 <i>Solvent impregnated resins</i> für die Produktabtrennung.....	64
3.4.1 Herstellung und Charakterisierung.....	64
3.4.2 Kapazitätsbestimmung in binären Gemischen.....	69
3.4.3 Kapazitätsbestimmung in Multikomponentenmischung.....	71

3.4.4	Vergleich von nicht-imprägnierten oder imprägnierten Partikeln und Oleylalkohol	74
3.4.5	Implementierung einer Festbetsäule	78
3.4.6	Rückgewinnung von Butanol	84
3.4.7	ABE-Fermentation mit integrierter Butanolabtrennung	89
3.5	<i>Supported liquid membranes</i> für die Produktabtrennung	94
3.5.1	Aufbau und Herstellung	94
3.5.2	Trennleistung in binären Gemischen	95
3.5.3	Trennleistung bei Multikomponentenlösung	98
3.5.4	Temperatureinfluss in Multikomponentenlösung	100
3.5.5	ABE-Fermentation mit integrierter Butanolabtrennung	104
3.6	Zusammenfassung und Ausblick: <i>Downstream-Processing</i> von Butanol	112
3.6.1	SIR-Methode	112
3.6.2	SLM-Methode	113
4	Stoffstromsimulation des Prozesses	116
5	Gesamtzusammenfassung und Ausblick	126
6	Literatur	131
	Anhang	147
Anhang A	Chemikalien	147
Anhang B	Geräte	148
Anhang C	Methoden	150
Anhang D	SIR-Methode	159
Anhang E	SLM-Methode	162
Anhang F	L-L-Extraktion	163
Anhang G	Verwendete Modelllösungen	164
Anhang H	Stoffstromsimulation	165
Anhang I	Abbildungsverzeichnis	166
Anhang J	Tabellenverzeichnis	170
Anhang K	Betreute studentische Arbeiten	171
Anhang L	Veröffentlichungen und Tagungsbeiträge	172
Anhang M	Angaben zur Person	176