



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Abstract</b> .....	<b>I</b>
<b>Kurzzusammenfassung</b> .....	<b>III</b>
<b>Abkürzungen und Formelzeichen</b> .....	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Fermentative Gewinnung von Butanol</b> .....	<b>4</b>
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 <sub>5</sub> - und C <sub>6</sub> -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
<b>3 Downstream-Processing von Butanol</b> .....	<b>40</b>
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
<b>4</b>	<b>Stoffstromsimulation des Prozesses .....</b>	<b>116</b>
<b>5</b>	<b>Gesamtzusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>126</b>
<b>6</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>131</b>
	<b>Anhang .....</b>	<b>147</b>
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