

# Inhaltsverzeichnis

|  |            |
|--|------------|
| <b>Danksagungen</b>  | <b>III</b> |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>  | <b>V</b>   |
| <b>Abkürzungsverzeichnis</b>   | <b>VII</b> |
| <br>   |            |
| <b>1 Einleitung</b>  | <b>1</b>   |
| <br>   |            |
| <b>2 Zielsetzung</b>   | <b>3</b>   |
| <br>   |            |
| <b>3 Chirale 3-Hydroxyester</b>  | <b>4</b>   |
| <br>   |            |
| <b>4 Enzyme</b>  | <b>8</b>   |
| 4.1 Lipasen  | 9          |
| 4.2 Immobilisierung von Enzymen  | 11         |
| <br>   |            |
| <b>5 Überkritische Fluide</b>  | <b>13</b>  |
| 5.1 Eigenschaften  | 13         |
| 5.2 Verwendung in der Extraktion   | 17         |
| 5.3 Verwendung in der Chromatographie  | 18         |
| <br>   |            |
| <b>6 Enzymatische Reaktionen in überkritischen Fluiden</b>                           | <b>20</b>  |
| 6.1 Angewandte Techniken   | 22         |
| 6.2 Verschiedene Untersuchungsparameter  | 25         |
| 6.2.1 Co-Solventien  | 26         |
| 6.2.2 Temperatur- und Druckeffekte   | 28         |
| 6.2.3 Stofftransport   | 30         |
| 6.3 Vergleich zwischen überkritischem und organischem Reaktionsmedium                | 31         |
| <br>   |            |
| <b>7 Experimentelle Untersuchungen</b>   | <b>33</b>  |
| 7.1 Voruntersuchungen  | 35         |
| 7.1.1 Auswahl der Modellreaktion   | 35         |
| 7.1.1.1 Reaktion mit Ethanol   | 36         |
| 7.1.1.2 Reaktion mit Cyclohexylacetat  | 38         |
| 7.1.1.3 Reaktion mit Vinylacetat   | 42         |
| 7.1.1.4 Reaktion mit Styrylacetat  | 44         |
| 7.1.1.5 Zusammenfassung  | 45         |
| 7.1.2 Versuche zur Übertragung der Modellreaktion auf überkritisches CO <sub>2</sub> | 46         |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 7.1.2.1   | Beschreibung der Vorversuchsapparatur  | 48         |
| 7.1.2.2   | Durchführung und Ergebnisse  | 49         |
| 7.2       | Veresterung von 3-Hydroxyoktansäuremethylester in überkritischem CO <sub>2</sub> | 53         |
| 7.2.1     | Reaktionsanlage  | 55         |
| 7.2.2     | Versuche zur Festlegung der Startbedingungen                                     | 56         |
| 7.2.3     | Variation der Acyldonorkonzentration   | 58         |
| 7.2.4     | Untersuchungen zum Wassergehalt  | 60         |
| 7.2.5     | Temperaturabhängigkeit   | 62         |
| 7.2.6     | Druckeffekte   | 64         |
| 7.2.7     | Versuche bei konstanter Dichte   | 65         |
| 7.2.8     | Einfluß von Additiven  | 67         |
| 7.2.9     | Wiederverwendung von Enzym   | 69         |
| 7.2.10    | Variation des Acyldonors   | 72         |
| 7.2.11    | Vergleich mit n-Hexan als Lösungsmittel  | 75         |
| 7.3       | Erfassung von Reaktionsverläufen in überkritischem CO <sub>2</sub>               | 78         |
| 7.3.1     | Aufbau   | 78         |
| 7.3.2     | Durchgeführte Untersuchungen   | 79         |
| 7.3.2.1   | Einsatz von Roh-Lipase und kovalent immobilisierter Lipase                       | 80         |
| 7.3.2.2   | Wiederverwendung von Lipase  | 82         |
| 7.3.2.3   | Adsorptiv gebundene Lipase   | 83         |
| 7.3.2.4   | Beeinflussung der Enantioselektivität während der Reaktion                       | 84         |
| 7.3.2.5   | Übersicht der Ergebnisse   | 88         |
| 7.3.3     | Online-Umsatzbestimmung  | 89         |
| <b>8</b>  | <b>Zusammenfassung und Ausblick</b>  | <b>94</b>  |
| <b>9</b>  | <b>Anhang</b>  | <b>100</b> |
| 9.1       | Lipase-Aktivitätstest  | 100        |
| 9.2       | Immobilisierung  | 101        |
| 9.3       | Gaschromatographische Analytik   | 103        |
| 9.4       | Geräte   | 110        |
| 9.5       | Chemikalien  | 111        |
| <b>10</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>  | <b>112</b> |