

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1 Einleitung und Zielstellung | 1 |
| 2 Membrankontaktoren zur CO₂-Abscheidung | 5 |
| 2.1 Eigenschaften und Modultypen | 5 |
| 2.2 Stofftransport in Membrankontaktoren | 11 |
| 2.2.1 Stofftransport mit chemischer Absorption in der Flüssigphase | 15 |
| 2.2.2 Modifikation des Stofftransportkoeffizienten bei Einsatz von Spacern | 18 |
| 2.2.3 Stofftransport in der Membran | 20 |
| 2.2.4 Wärmetransport | 20 |
| 2.3 Literaturübersicht zu Untersuchungen von Membrankontaktoren zur CO ₂ -Abscheidung | 21 |
| 2.3.1 Experimentelle Arbeiten | 21 |
| 2.3.2 Modellierung von Membrankontaktoren | 31 |
| 2.4 Absorptionsmittel | 36 |
| 2.4.1 Löslichkeit von CO ₂ in Waschmittellösungen | 37 |
| 2.4.2 Chemische Reaktionen bei der Absorption von CO ₂ | 40 |
| 3 Modellierung eines Membrankontaktors zur CO₂-Abscheidung | 47 |
| 3.1 Gasphase | 49 |
| 3.2 Membran | 50 |
| 3.3 Flüssigphase | 51 |
| 3.4 Berechnungsmethode | 56 |
| 4 Experimentelle Untersuchungen | 61 |
| 4.1 Membranmaterial | 61 |
| 4.2 Chemikalien und Gase | 62 |
| 4.3 CO ₂ Permeationsmessungen | 63 |
| 4.3.1 Teststand | 63 |

| | | |
|-----------------------------|--|------------|
| 4.3.2 | Testzelle | 65 |
| 4.3.3 | Versuchsdurchführung | 66 |
| 4.3.4 | Versuchsauswertung | 68 |
| 4.4 | Ergebnisse und Modellvalidierung | 69 |
| 4.4.1 | Stoffübergang und Kinetik | 69 |
| 4.4.2 | Konzentrationseinfluss | 74 |
| 4.4.3 | Temperatureinfluss | 77 |
| 4.4.4 | Kreislaufführung | 80 |
| 4.4.5 | Modellfehlerabschätzung und -sensitivität | 82 |
| 4.5 | CO ₂ -Abscheidung aus H ₂ -reichem Rohgas aus Photo- und Dunkel-fermentern | 85 |
| 4.5.1 | Photofermenter | 86 |
| 4.5.2 | Dunkelfermenter | 87 |
| 5 | Auslegung eines Membrankontaktorprozesses zur CO₂-Abscheidung | 89 |
| 5.1 | Randbedingungen | 89 |
| 5.1.1 | Biogas | 89 |
| 5.1.2 | Rauchgas aus Kohlekraftwerken | 91 |
| 5.2 | Prozessbeschreibung | 92 |
| 5.3 | CO ₂ -Abtrennung aus Biogas und Rauchgas | 94 |
| 5.4 | Anlagendimensionierung | 99 |
| 6 | Zusammenfassung | 103 |
| Symbolverzeichnis | | 107 |
| Literaturverzeichnis | | 111 |
| A Anhang | | 127 |
| A.1 | Stofftransport | 127 |
| A.2 | Verteilungskoeffizient | 130 |
| A.3 | Reaktionssysteme | 131 |
| A.4 | Stoffdaten | 133 |
| A.5 | Diskretisierung | 134 |
| A.6 | Testzelle | 136 |
| A.7 | Brennwert | 139 |
| A.8 | Prozesssimulation | 139 |