

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	ANWENDUNGSFELDER DER CO ₂ -ABTRENNUNG	4
2.1	Abtrennung von CO ₂	4
2.2	Carbon Capture and Reuse (CCR)	5
2.3	Carbon Capture and Storage (CCS)	8
2.4	CO ₂ -Abtrennung in der Petrochemie	10
2.5	CO ₂ -Abtrennung in chemischen Prozessen	11
2.6	CO ₂ -Abtrennung bei Kraftwerksprozessen	11
3	METHODEN ZUR GASTRENNUNG (STATUS QUO)	16
3.1	Diskontinuierliche Verfahren	17
3.1.1	Chemical Looping	17
3.1.2	Adsorption	18
3.1.2.1	Druckwechsel- und Temperaturwechseladsorption	19
3.1.3	Absorption	20
3.1.3.1	Eingesetzte Reaktortypen	22
3.1.3.2	Gaswäsche mit Aminlösungen	27
3.2	Kontinuierliche Verfahren	32
3.2.1	Membranverfahren	32
4	PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN ZUR LÖSLICHKEIT VON GASEN IN FLÜSSIGKEITEN	39
4.1	Gaslöslichkeit	39
4.2	Stofftransport	43

5 EIGENSCHAFTEN IONISCHER FLÜSSIGKEITEN	47
5.1 Definition von ILs und grundlegende Eigenschaften	49
5.2 Anwendungen ionischer Flüssigkeiten	54
5.3 Löslichkeit von Gasen in ionischen Flüssigkeiten	56
5.3.1 Reguläre Löslichkeitstheorie	57
5.3.2 Lewis Säure/ Base Wechselwirkungen	60
5.3.3 Einfluss der molekularen Gestalt	61
5.3.4 Einfluss von Wasser auf die Löslichkeit	62
5.3.5 Einfluss der Viskosität	63
5.3.6 Physikalische Einflüsse und Effekte	64
5.3.7 Substitution funktioneller Gruppen	65
5.3.8 Besonderheiten bei schwerlöslichen Gasen	68
5.3.9 Gastrennung mit ionischen Flüssigkeiten	69
5.4 Eignung Ionischer Flüssigkeiten als Absorptionsmittel	71
5.5 Gründe für die Auswahl von EMIM NTf₂	75
6 STOFFPARAMETER VERWENDETER SUBSTANZEN	79
6.1 Gewählte Modellgasmischung	79
6.2 Bestimmung relevanter Stoffparameter der ionischen Flüssigkeit	81
6.2.1 Messung der Dichte und Viskosität von EMIM NTf ₂	82
6.2.1.1 Viskositätsmessungen mittels Kapillarviskosimeter	82
6.2.1.2 Dichtebestimmung mit einem Pyknometer	85
6.2.2 Messung der effektiven CO ₂ -Löslichkeitskinetik mit online FTIR	86
6.2.2.1 Versuchsaufbau und Durchführung	87
6.2.2.2 Löslichkeitsmessungen	91
6.2.2.3 Diffusionsmessungen und mathematische Auswertung	92
6.2.2.4 Abschätzung der Absorptionsgeschwindigkeit	96
6.2.3 Diskussion der Ergebnisse	98
7 EINGRENZUNG OPTIMALER BETRIEBSPARAMETER FÜR EINE GASTRENNUNG MIT EMIM NTf₂	100
7.1 Druckwechselabsorption als Funktionsprinzip der Anlage	100
7.2 Versuchsaufbau und Durchführung	101
7.3 Getestete Parameter	104
7.3.1 Quantitative Auswertung der Versuche	105
7.3.2 Absorptionszeit	107
7.3.3 Einfluss der Temperatur	109
7.3.4 Gesamtdruck	110
7.3.5 CO ₂ -Partialdruck	113
7.3.6 Eingebrachte Röhrenergie	115
7.4 Korrelation der Ergebnisse	120

8 KONZEPTION EINER ANLAGE ZUR KONTINUIERLICHEN GASTRENNUNG	123
8.1 Auswahl der Kernkomponente	123
8.1.1 Schraubenspindelpumpen	124
8.1.1.1 Förderung von Flüssigkeits-Gas-Gemischen	126
8.2 Konzept für eine neuartige Abtrennanlage	129
8.2.1 Test der Gastrennung	130
8.3 Energieeinsparungspotential beim vorgestellten Trennprozess gegenüber einer CO₂-Abscheidung mittels Aminwäsche	133
8.4 Ausblick	136
9 ZUSAMMENFASSUNG	138
10 VERZEICHNISSE	142
10.1 Abkürzungsverzeichnis	142
10.2 Symbolverzeichnis	145
10.3 Abbildungsverzeichnis	147
10.4 Tabellenverzeichnis	149
10.5 Literaturverzeichnis	150
11 ANHANG	163