

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>XI</b>
<b>Abkürzungs- und Symboerverzeichnis.....</b>	<b>XIII</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation.....	3
1.2 Vorgehensweise .....	4
<b>2 Grundlagen Chemical Looping Combustion.....</b>	<b>7</b>
2.1 Chemical Looping Combustion-Prozess .....	7
2.2 Sauerstoffträger .....	9
2.2.1 Sauerstoffträger mit Vergasung des festen Brennstoffs – CLC-iV-Verfahren .....	12
2.2.2 Sauerstoffträger mit Sauerstofffreisetzung im Brennstoffreaktor – CLOU-Verfahren.....	19
2.3 Technische Umsetzung des CLC-Prozesses mit festen Brennstoffen.....	22
2.3.1 Abtrennung von Restkokos und Umsatz von verbrennlichen gasförmigen Bestandteilen .....	23
2.3.2 Kennzahlen für die technische Umsetzung des CLC-Prozesses .....	25
2.3.3 Experimentelle Versuchsergebnisse des CLC-iV und des CLOU-Prozesses .....	27
<b>3 CLC-Gesamtprozess .....</b>	<b>29</b>
3.1 Wasser-/Dampfkreislauf und konventioneller Referenzprozess.....	29
3.2 Konventioneller Oxyfuel-Prozess .....	31
3.3 CLC-Prozessvarianten.....	32
3.3.1 CLOU-Prozess.....	33

## Inhaltsverzeichnis

---

3.3.2	CLC-iV-Prozess mit idealem Gleichgewichtsumsatz der verbrennlichen gasförmigen Bestandteile – CLC-iV GGW-Prozess .....	35
3.3.3	CLC-iV-Prozess mit direkter Nachoxidation in einer Nachbrennkammer – CLC-iV LZA-Prozess.....	36
3.3.4	CLC-iV-Prozess und Rezirkulation der verbrennlichen Rauchgasbestandteile – CLC-iV Luft-Prozess.....	38
3.4	CO <sub>2</sub> -Verdichtung und CO <sub>2</sub> -Aufbereitung .....	39
3.4.1	Prozesse zur CO <sub>2</sub> -Verdichtung und CO <sub>2</sub> -Aufbereitung .....	39
3.4.2	Phasengleichgewichtsberechnung in der CO <sub>2</sub> -Aufbereitung .....	41
<b>4</b>	<b>Gesamtprozessmodellbildung .....</b>	<b>47</b>
4.1	Modellierung des CLC-Prozesses.....	47
4.1.1	Allgemeine Rand- und Prozessbedingungen .....	47
4.1.2	Auswahl der Sauerstoffträger.....	49
4.1.3	Modellentwicklung für den Brennstoffreaktor .....	50
4.1.4	Modellentwicklung für den Luftreaktor.....	58
4.1.5	Siphonfluidisierung .....	62
4.1.6	Anpassungen für Varianten des Gesamtprozesses.....	65
4.2	Wasser-/Dampfkreislauf.....	66
4.3	CO <sub>2</sub> -Aufbereitung.....	68
<b>5</b>	<b>CLC-iV und CLOU-Prozessanalyse .....</b>	<b>73</b>
5.1	Rauchgaszusammensetzung.....	74
5.2	C-Abtrennrate .....	79
5.3	Temperatur und Wärmehaushalt.....	81
5.4	Gesamtprozessanalyse .....	86
5.4.1	CO <sub>2</sub> -Abtrennungsrate .....	86
5.4.2	Oxidationsrate .....	89
5.4.3	Eigenbedarfsstruktur und Gesamtprozessvergleich .....	91
<b>6</b>	<b>Optimierungsansätze und Parameteranalyse weiterer Prozessrandbedingungen.....</b>	<b>97</b>
6.1	Brennstoffeigenschaften .....	98
6.2	Fluidisierungsparameter des Luft- und des Brennstoffreaktors.....	99
6.2.1	Fluidisierung des Luftreaktors.....	99
6.2.2	Fluidisierung des Brennstoffreaktors .....	101
6.3	Siphonfluidisierung .....	104

---

6.4	Falschluftanteil im Brennstoffreaktor .....	106
6.5	Alternative Prozessgestaltungen .....	108
6.5.1	Anordnung der Rauchgasrezykulation für die Fluidisierung des Brennstoffreaktors .....	108
6.5.2	Indirekte Feuerung des Brennstoffreaktors.....	110
7	Zusammenfassung und Ausblick .....	115
	Literaturverzeichnis .....	119
<b>A</b>	<b>Berechnung der CO<sub>2</sub>-Aufbereitung und Einfluss auf den Gesamtprozess....</b>	<b>133</b>
A.1	Peng-Robinson-Zustandsgleichung.....	133
A.2	Dreistoffgemische.....	134
A.3	Optimierung der NH <sub>3</sub> -Kühlmitteltemperatur.....	135
A.4	Einfluss des k <sub>ij</sub> -Mischungsparameters auf den CLC-iV Luft-Prozess.....	137
<b>B</b>	<b>Berechnung der verbrennlichen gasförmigen Bestandteile.....</b>	<b>139</b>
<b>C</b>	<b>Ergebnisse der CLC-iV- und CLOU-Prozessanalyse.....</b>	<b>141</b>
C.1	Ergebnisse Temperatur und Wärmehaushalt.....	141
C.2	Ergebnisse Oxidationsrate.....	143
C.3	Ergebnisse der spezifischen CO <sub>2</sub> -Emissionen und des Nettowirkungsgrads..	144
C.4	Einfluss der Sauerstofffreiheit und des Sauerstoffüberschusses auf den CLC-iV LZA-Gesamtprozess .....	146
C.5	Einfluss des Brennstoffumsatzes auf den CLC-iV LZA-Gesamtprozess .....	147
<b>D</b>	<b>Prozessdarstellungen .....</b>	<b>149</b>