



Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	XI
Abkürzungs- und Symbolverzeichnis	XIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation.....	3
1.2 Vorgehensweise	4
2 Grundlagen Chemical Looping Combustion.....	7
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 Restkoks 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
3 CLC-Gesamtprozess	29
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 ₂ -Verdichtung und CO ₂ -Aufbereitung	39
3.4.1	Prozesse zur CO ₂ -Verdichtung und CO ₂ -Aufbereitung.....	39
3.4.2	Phasengleichgewichtsberechnung in der CO ₂ -Aufbereitung.....	41
4	Gesamtprozessmodellbildung	47
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 ₂ -Aufbereitung.....	68
5	CLC-iV und CLOU-Prozessanalyse	73
5.1	Rauchgaszusammensetzung.....	74
5.2	C-Abtrennrage	79
5.3	Temperatur und Wärmehaushalt.....	81
5.4	Gesamtprozessanalyse	86
5.4.1	CO ₂ -Abtrennrage	86
5.4.2	Oxidationsrate	89
5.4.3	Eigenbedarfsstruktur und Gesamtprozessvergleich	91
6	Optimierungsansätze und Parameteranalyse weiterer Prozessrandbedingungen	97
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	Falschluffanteil im Brennstoffreaktor	106
6.5	Alternative Prozessgestaltungen	108
6.5.1	Anordnung der Rauchgasrezirkulation für die Fluidisierung des Brennstoffreaktors	108
6.5.2	Indirekte Feuerung des Brennstoffreaktors.....	110
7	Zusammenfassung und Ausblick	115
	Literaturverzeichnis	119
A	Berechnung der CO₂-Aufbereitung und Einfluss auf den Gesamtprozess.....	133
A.1	Peng-Robinson-Zustandsgleichung	133
A.2	Dreistoffgemische.....	134
A.3	Optimierung der NH ₃ -Kühlmitteltemperatur.....	135
A.4	Einfluss des k _{ij} -Mischungsparameters auf den CLC-iV Luft-Prozess.....	137
B	Berechnung der verbrennlichen gasförmigen Bestandteile.....	139
C	Ergebnisse der CLC-iV- und CLOU-Prozessanalyse.....	141
C.1	Ergebnisse Temperatur und Wärmehaushalt.....	141
C.2	Ergebnisse Oxidationsrate.....	143
C.3	Ergebnisse der spezifischen CO ₂ -Emissionen und des Nettowirkungsgrads..	144
C.4	Einfluss der Sauerstoffreinheit und des Sauerstoffüberschusses auf den CLC-iV LZA-Gesamtprozess.....	146
C.5	Einfluss des Brennstoffumsatzes auf den CLC-iV LZA-Gesamtprozess.....	147
D	Prozessdarstellungen	149