Inhaltsverzeichnis

Vo	rwor	t	1	
Kurzfassung Abstract				
1	Ein	leitung	1	
	1.1	Technologien zur CO ₂ -Abscheidung	4	
	1.2	Aufbereitung und Transport von CO ₂	6	
	1.3	Lagerung und stoffliche Nutzung von CO ₂	7	
	1.4	Kosten der CO ₂ -Abscheidung	8	
	1.5	Motivation und Aufgabenstellung	10	
	1.6	Gliederung der Arbeit	11	
2	Sta	nd des Wissens	13	
	2.1	CLC-Prozesse	14	
		2.1.1 CLC von gasförmigen Brennstoffen	15	
		2.1.2 iG-CLC	15	
		2.1.3 CLOU	18	
		2.1.4 Syngas-CLC	19	
	2.2	Sauerstoffträger	20	
		2.2.1 Reaktivität	21	
		2.2.2 Reaktionsmechanismen der Sauerstoffträger	23	
		2.2.3 Mechanische Beständigkeit	28	
		2.2.4 Materialkosten	29	
	2.3	Brennstoffe	31	

	2.4	Wirbelschichttechnologie	32
		2.4.1 Partikelklassifizierung nach Geldart	35
		2.4.2 Wirbelschichtreaktoren und Kopplungsbauteile	36
	2.5	Experimentelle Untersuchungen von CLC	38
		2.5.1 Gasförmige Brennstoffe	38
		2.5.2 Festbrennstoffe	42
	2.6	Modellierung	51
	2.7	Relevanz dieser Arbeit	53
3	Bes	schreibung der Versuchsanlage	55
	3.1	Anlagenkonfiguration für CLC von Festbrennstoffen	56
		3.1.1 Festbrennstoffe	57
		3.1.2 Evaluationsparameter für CLC von Festbrennstoffen	58
	3.2	Anlagenkonfiguration für CLC von Erdgas	61
		3.2.1 Erdgasqualität	63
		3.2.2 Evaluationsparameter für CLC von Erdgas	63
	3.3	Sauerstoffträger	65
	3.4	Übersicht über Versuchsabschnitte	66
		3.4.1 Übersicht über Betriebsparameter während der Versuchsabschnitte	68
		3.4.2 Allgemeine Beschreibung des Aufheizvorganges	69
	3.5	Messtechnik	70
	3.6	Fehlerbetrachtung.	73
4	CLC	C von Festbrennstoffen	75
	4.1	Ergebnisse von Versuchsabschnitt 1: Kohle und Ilmenit	75
	4.2	Ergebnisse von Versuchsabschnitt 2: Kohle, Fuel Blend und Eisenerz	79
	4.3	Ergebnisse von Versuchsabschnitt 3: Kohle und Ilmenit/Eisenerz	80
	44	Emissionen von NO und SO ₂	82

	4.5 Diskussion		84
	4.5.1 Einflus	ss der Betriebsbedingungen	84
	4.5.2 Sauers	stoffträger	86
	4.5.3 Brenns	stoff	87
	4.5.4 Tempe	eratur und Feststoffzirkulation	87
	4.5.5 Betrieb	osbedingungen und Verbesserungsvorschläge	89
5	CLC von Erdgas		91
	5.1 Temperatur-	und Druckprofile	91
	5.2 Brennstoffun	nsatz	92
	5.3 Feststoffumla	auf	94
	5.4 Nachoxidatio	on	95
	5.5 Mechanische	Beständigkeit des Sauerstoffträgers	97
	5.6 Diskussion		99
6	Modellierung: C	CLC von Festbrennstoffen	100
	6.1 Experimente	elle Daten	100
	-		
	6.1.1 Randbe	edingungen aus Versuchsabschnitt 1	100
		edingungen aus Versuchsabschnitt 1 k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle	
	6.1.2 Kinetik		101
	6.1.2 Kinetik	k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle	101
	6.1.2 Kinetik 6.1.3 Kinetik 6.2 Modellierung	k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle	
	6.1.2 Kinetik 6.1.3 Kinetik 6.2 Modellierung 6.2.1 Flussdi	k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle k von Ilmenitg	
	6.1.2 Kinetik 6.1.3 Kinetik 6.2 Modellierung 6.2.1 Flussdi 6.2.2 Modell	k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle k von Ilmenitg	
	6.1.2 Kinetik 6.1.3 Kinetik 6.2 Modellierung 6.2.1 Flussdi 6.2.2 Modell 6.2.3 Modell	k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle	
	6.1.2 Kinetik 6.1.3 Kinetik 6.2 Modellierung 6.2.1 Flussdi 6.2.2 Modell 6.2.3 Modell 6.2.4 Modell	k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle	
	6.1.2 Kinetik 6.1.3 Kinetik 6.2 Modellierung 6.2.1 Flussdi 6.2.2 Modell 6.2.3 Modell 6.2.4 Modell 6.3 Simulationse	k von <i>Taldinsky</i> Steinkohle	
	6.1.2 Kinetik 6.1.3 Kinetik 6.2 Modellierung 6.2.1 Flussdi 6.2.2 Modell 6.2.3 Modell 6.2.4 Modell 6.3 Simulationse 6.3.1 Hydrod	k von Taldinsky Steinkohle	

Inhaltsverzeichnis

	6.3.3 Sensitivitätsanalysen	21		
	6.3.4 Weiterentwicklungen des Prozessmodells	24		
7	Techno-ökonomische Diskussion	25		
	7.1 Weiterentwicklung von CLC (Hochskalierung)	25		
	7.2 Wirtschaftliche Bewertung von CLC	26		
	7.2.1 Methodik	27		
	7.2.2 CLC-Prozessmodell1	29		
	7.2.3 Wasser-Dampf-Kreislauf	29		
	7.2.4 Ergebnisse	30		
	7.3 Potential negativer Emissionen1	33		
	7.4 Weiterentwicklung von Chemical-Looping-Prozessen	34		
	7.5 CLC mit allothermer Vorvergasung	35		
8	Zusammenfassung und Ausblick 1-	40		
9	Anhang 1-	44		
	9.1 Übersicht über die zeitlichen Verläufe der Versuchsabschnitte V4 und V51	44		
	9.2 Experimentelle Rahmenbedingungen für die Validierung des Prozessmodells 1	45		
	9.3 Wasser-Dampf-Kreislauf der 1000 MW _{th} Studie	45		
	9.4 Abbildungsverzeichnis	47		
	9.5 Tabellenverzeichnis	50		
Nor	nenklatur 1	52		
Lite	Literatur 158			
Pub	Publikationen und Präsentationen 174			