

Inhaltsverzeichnis

Ein	leitun	\mathbf{g}			
Grundlagen					
2.1	Stand	l der Technik der Eisen- und Stahlherstellung			
2.2	Der Hochofenprozess				
	2.2.1	Prozessbeschreibung und Stand der Technik	1		
	2.2.2	Schüttgutstruktur und Wärmeübertragung	1		
	2.2.3	Reduktion der Eisenoxide	1		
	2.2.4	Weitere Vorgänge im Hochofen	2		
	2.2.5	Eingesetzte Reduktionsmittel	2		
	2.2.6	Prozessmodelle des Hochofens	3		
2.3	Direk	treduktionsprozesse	3		
	2.3.1	Stand der Technik	3		
	2.3.2	Einsatz von direkt reduziertem Eisen bei der Eisen- und Stahlher-			
		stellung	4		
2.4	Die V	Vasserelektrolyse	4		
Mo	thodo	n der Modellierung und Simulation	4		
			4		
0.1			4		
	_		4		
	_		5		
3.2			5		
0.2			6		
	_		6		
3.3	_	-	6		
0.0			6		
			7		
	Gru 2.1 2.2 2.3	Grundlag 2.1 Stand 2.2 Der H 2.2.1 2.2.2 2.2.3 2.2.4 2.2.5 2.2.6 2.3 Direk 2.3.1 2.3.2 2.4 Die V Methode 3.1 Proze 3.1.1 3.1.2 3.1.3 3.2 Param 3.2.1 3.2.2 3.3 Simul 3.3.1	2.1 Stand der Technik der Eisen- und Stahlherstellung 2.2 Der Hochofenprozess 2.2.1 Prozessbeschreibung und Stand der Technik 2.2.2 Schüttgutstruktur und Wärmeübertragung 2.2.3 Reduktion der Eisenoxide 2.2.4 Weitere Vorgänge im Hochofen 2.2.5 Eingesetzte Reduktionsmittel 2.2.6 Prozessmodelle des Hochofens 2.3 Direktreduktionsprozesse 2.3.1 Stand der Technik 2.3.2 Einsatz von direkt reduziertem Eisen bei der Eisen- und Stahlherstellung 2.4 Die Wasserelektrolyse Methoden der Modellierung und Simulation 3.1 Prozessmodellierung 3.1.1 Verwendete Software 3.1.2 Berechnung chemischer Gleichgewichte 3.1.3 Modellbeschreibung 3.2.1 Validierung anhand von Betriebsdaten 3.2.2 Vergleich mit Literaturdaten: Adiabate Flammentemperatur 3.3 Simulation		



ri Inhaltsverzeichnis

		3.3.3	Vergleich mit Betriebsdaten aus der Literatur	78		
		3.3.4	Betrachtete Arten von direkt reduziertem Eisen	81		
		3.3.5	Bewertung der Ergebnisse	86		
4	Sim	ulatio	on und Analyse des Einsatzes von Wasserstoff als Er-			
	satz	zreduk	ctionsmittel	91		
	4.1	Einsatz in der Formenebene des Hochofens				
		4.1.1	Betrieb mit Wasserstoff und Koks	91		
		4.1.2	Einfluss der adiabaten Flammentemperatur	99		
		4.1.3	Betrieb mit Wasserstoff, Koks und Blaskohle	102		
	4.2	4.2 Einsatz in der Formenebene unter angepassten Betriebsbeding				
	4.3	3 Einsatz im Schacht des Hochofens				
	4.4	Integr	rierte energetische Betrachtungen im Hüttenverbund	115		
		4.4.1	Wasserstoff in der Formenebene	115		
		4.4.2	Wasserstoff in der Formenebene unter angepassten Betriebsbedin-			
			gungen	117		
5	Sim	ulatio	on und Analyse des Einsatzes von direkt reduziertem			
	Eisen im Hochofen					
	5.1	CO_2 -I	Emissionen der Produktion von direkt reduziertem Eisen	121		
	5.2	Vergle	eich von Simulationsergebnissen mit Literaturdaten	123		
	5.3					
	5.4	Integr	rierte energetische Betrachtungen im Hüttenverbund	136		
6	Zus	amme	enfassung, Schlussfolgerungen und Ausblick	141		
\mathbf{A}	Mo	Modellierung und Simulation				
	A.1	Mode	llbeschreibung	149		
	A.2	Paran	netrierung, Validierung und Simulation	150		
\mathbf{A}	bkür	zunge	en und Symbole	Ι		
\mathbf{A}	bbilo	lungsv	verzeichnis	Х		
Ta	Tabellenverzeichnis					
${ m Li}$	Literaturverzeichnis					