

# Inhaltsverzeichnis

<b>Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	<b>iii</b>
<b>Kurzfassung</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>ix</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Elektrostahlerzeugung .....	1
1.2 Problemstellung und Ziele der Arbeit .....	6
<b>2 Prozessmodellierung und Prozesssimulation</b> .....	<b>9</b>
2.1 Stand der Forschung.....	10
2.2 LBO-Prozessmodell nach Logar, Dovžan und Škrjanc.....	14
<b>3 Theoretische Grundlagen</b> .....	<b>19</b>
3.1 Energie- und Massenerhaltung .....	19
3.2 Wärmeübertragung durch Strahlung .....	21
3.3 Reaktionskinetik von Gasen durch Minimierung der Gibbs-Energie.....	22
3.4 Numerische Lösung gewöhnlicher Differenzialgleichungssysteme .....	24
<b>4 Modellierung</b> .....	<b>27</b>
4.1 Reimplementierung des Lichtbogenofen Prozessmodells .....	27
4.1.1 Auswahl numerischer Lösungsverfahren .....	28
4.1.2 Modellstruktur und Simulationsablauf .....	32
4.1.3 Modellanpassungen während der Reimplementierung .....	35
4.2 Einschmelzgeometrie.....	37
4.3 Modellierung der Graphitelektroden.....	41
4.3.1 Energiebilanz der Graphitelektroden .....	42
4.3.2 Temperaturprofil der Graphitelektroden .....	44
4.3.3 Elektrodensprühkühlung.....	46
4.4 Modellierung und Detaillierung der Gasphase .....	47
4.4.1 Chemische Elemente der Gasphase .....	48
4.4.2 Modellierung der Thermochemie der Gasphase .....	49
4.4.3 Reaktionsumsatz in der Reaktionszone der Erdgasbrenner .....	51
4.4.4 Reaktionsumsatz der Einschritt-Bruttoreaktionen der Gasphase .....	53
4.4.5 Reaktionsumsatz der Gleichgewichtsreaktionen der Gasphase.....	55
4.4.6 Kohlenstoffumsatz.....	56
4.4.7 Eisenverschlackung durch den Einsatz von Brennern.....	58
4.4.8 Kohlenwasserstoffverbindungen .....	60

4.4.9	Konvektive Durchströmung des Lichtbogenofens.....	61
4.5	Modellierung der Wärmestrahlung.....	62
4.5.1	Sichtfaktoren.....	62
4.5.2	Emissions- und Absorptionskoeffizienten der Gasphase.....	66
4.5.3	Berechnung der Wärmestrahlung der freien Oberflächen und der Gasphase.....	68
<b>5</b>	<b>Prozesssimulation.....</b>	<b>71</b>
5.1	Eingabegrößen der Prozesssimulation.....	72
5.2	Ausgabegrößen der Prozesssimulation.....	76
5.3	Prozessdaten des betrachteten Lichtbogenofens.....	77
5.4	Modellparametrisierung und Sensitivität.....	78
<b>6</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion.....</b>	<b>81</b>
6.1	Bilanzierungen.....	81
6.1.1	Energiebilanz.....	81
6.1.2	Massenbilanz.....	84
6.2	Lichtbogenofenabgas.....	85
6.2.1	Abgaszusammensetzung.....	85
6.2.2	Abgastemperatur.....	94
6.2.3	Abgasenergie.....	95
6.3	Temperatur der Schmelze.....	98
6.4	Zusammensetzung der Schmelze und der Schlacke.....	102
6.5	Prozesssimulationsdauer.....	104
6.6	Ergebnisse der Weiterentwicklungen des Prozessmodells.....	105
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>109</b>
<b>8</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>113</b>
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>117</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>125</b>