

Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen	iii
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Stand der Forschung	3
2 Grundlagen	8
2.1 Emissionshandel	8
2.2 Grundlagen der Elektrostahlherstellung	13
2.2.1 Prinzip/Konstruktionsmerkmale von Elektrolichtbogenöfen	14
2.2.2 Stoffbilanz eines Lichtbogenofens	16
2.2.3 Energiebilanz eines Lichtbogenofens	17
2.2.4 Einsatz von Kohlenstoff in der Elektrostahlherstellung	21
2.2.5 CO ₂ -Emissionen der Elektrostahlherstellung	27
3 Untersuchte Einsatzstoffe biogener und fossiler Herkunft	30
3.1 Eigenschaften fossiler Einsatzstoffe	30
3.2 Eigenschaften biogener Einsatzstoffe	31
3.2.1 Verfahren zur Karbonisierung von Biomassen	34
3.2.2 Pyrolyse und Vergasung	35
3.2.3 Hydrothermale (HTC) und vapothermale Karbonisierung (VTC)	36
3.3 Verwendete fossile Kohlenstoffträger (FK)	38
3.4 Verwendete Schlacke für Schäumversuche (SL)	40
3.5 Verwendete Schrottsorten (ST)	41
3.6 Verwendete Schlackebildner (ZS)	42
3.7 Verwendete biogene Versuchsmaterialien (BK, BR)	43
3.7.1 Pyrolysierte Reste aus der Weinherstellung (BK 1)	43
3.7.2 Reststoff aus dem Holzvergasungsprozess (BK 2)	43
3.7.3 Vapothermal behandelter Grünschnitt (BK 3)	47
3.7.4 Reststoff aus der Palmkernölproduktion (BR 1)	47
3.7.5 Reststoff aus der Walnussernte (BR 2)	48
3.7.6 Restholzpellets (BR 3)	49
3.7.7 Reststoff aus der Papierproduktion (BR 4)	49
4 Versuchsgegenstand	51
4.1 Versuche im Labor-/Pilotmaßstab	51
4.1.1 Gasbeheiztes Schmelzaggregat für Schäumversuche	51
4.1.2 Elektrisch beheiztes Schmelzaggregat für Schäumversuche	53
4.1.3 Pilot-Lichtbogenofenanlage	54
4.1.4 140 t AC-Lichtbogenofen	55
4.1.5 140 t DC-Lichtbogenofen	57

5 Versuchsdurchführung	58
5.1 Schlackeschäumversuche im Labormaßstab.....	58
5.2 Einsatz biogener Materialien als Ersatz der fossilen Chargenkohle im Pilot-LBO	61
5.3 Einsatz biogener Materialien als Ersatz der fossilen Chargenkohle im industriellen Maßstab	64
5.3.1 Einsatz biogener Materialien als Ersatz der fossilen Chargenkohle im AC-LBO	64
5.3.2 Einsatz biogener Materialien als Ersatz der fossilen Chargenkohle im DC-LBO	65
5.4 Einsatz biogener Materialien zum Aufschäumen der Schlacke im industriellen Maßstab	66
5.4.1 Einsatz biogener Materialien zum Aufschäumen der Schlacke im AC-LBO	66
5.4.2 Einsatz biogener Materialien zum Aufschäumen der Schlacke im DC-LBO	67
6 Ergebnisse.....	69
6.1 Ergebnisse der Schlackeschäumversuche im Labormaßstab.....	69
6.1.1 Ergebnisse der Schlackeschäumversuche im gasbeheizten Schmelzaggregat.....	69
6.1.2 Ergebnisse der Schlackeschäumversuche im elektrisch beheizten Schmelzaggregat.....	72
6.2 Ergebnisse der Versuche zum Ersatz fossiler Chargenkohle im Pilot-LBO ..	75
6.3 Ergebnisse der Versuche zum Ersatz der fossilen Chargenkohle im industriellen Maßstab	83
6.3.1 Ergebnisse der Versuche an einem 140 t AC-LBO.....	83
6.3.2 Ergebnisse der Versuche an einem 140 t DC-LBO	86
6.4 Ergebnisse der Versuche mit biogenen Materialien zum Aufschäumen der Schlacke im industriellen Maßstab.....	97
6.4.1 Ergebnisse der Versuche in einem 140 t AC-LBO	97
6.4.2 Ergebnisse der Versuche in einem 140 t DC-LBO.....	98
7 Diskussion der Ergebnisse	101
8 Zusammenfassung	104
9 Summary.....	106
10 Literaturverzeichnis	109
11 Anhang.....	115
11.1 Daten zu den verwendeten Materialien	115
11.2 Daten zu den Schlackeschäumversuchen im gasbeheizten Schmelzaggregat.....	125