

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	III
Abstract	IV
Kurzfassung.....	V
Extended Abstract	VI
1 Einleitung	1
2 Grundlagen zur Kupfergewinnung	6
2.1 Pyrometallurgie der Kupfergewinnung	7
2.2 Hydrometallurgie der Kupfergewinnung	9
2.3 Pyrometallurgische Nachbehandlung von Kupferschlacken	10
2.3.1 Eigenschaften von Kupferschlacken	10
2.3.2 Kupferverluste in der Schlacke	14
2.3.3 Pyrometallurgische Schlackenreinigung im Elektroreduktionsofen....	18
3 Grundlagen der Elektroreduktionsofenauslegung	26
3.1 Ofenbauweise.....	27
3.1.1 Elektrodenstrang	29
3.1.2 Ausmauerungskonzept	31
3.1.3 Materialhandling	34
3.2 Ofenenergieeintrag.....	36
3.2.1 Geometrische Widerstandsfaktoren	37
3.2.2 Verlustwiderstände	42
3.2.3 Induktiver Widerstand	43
3.3 Ofendimensionierung	44
4 Versuche zur magnetohydrodynamischen Schlackenaufbereitung	51
4.1 Konzept des Schlackenreinigungsreaktors.....	52
4.2 Voruntersuchungen	58
4.2.1 Grundlagenversuche zur Schlackenelektrolyse	59
4.2.2 Laborpilotanlage	62
4.3 Pilotanlage Anglo American.....	65
4.4 Grundlagenversuche am IME	70
4.5 Versuchsanlage Hamburg	71
4.5.1 Magnetmessungen	72
4.5.2 Reaktorsteuerung	75
4.5.3 Versuchskampagnen	77
4.5.4 Versuchsergebnisse	81
5 Forschungsbedarf für die Entwicklung des ersten industriellen MHD Anlagenkonzeptes	87
5.1 Arbeitsumfang und Analysemethode.....	87

Inhaltsverzeichnis

5.2	Massen- und Energiebilanz	89
5.2.1	Ausgangssituation	89
5.2.2	Wärmeverluste	89
5.2.3	Bilanzierungsmethode	92
5.2.4	Bilanzierungsergebnisse	95
5.2.5	Resultierende Nutzleistung	99
5.3	Ofenkonzept	101
5.3.1	Reaktordimensionen	101
5.3.2	Energieeinspeisung	104
5.3.3	Materialhandling	105
5.4	Numerische Simulationen	107
5.4.1	Modellbeschreibung	109
5.4.2	Geometriemodellierung und Randbedingungen	113
5.4.3	Modellkopplung und Lösungseinstellungen	117
5.4.4	MHD Simulationsergebnisse	121
5.5	Gesamtbetrachtung des industriellen MHD Anlagenkonzepts	141
6	Wissenschaftliche Bewertung und Ausblick	146
6.1	Kritische Schlussfolgerung	147
6.2	Ökologische und ökonomische Bewertung	151
	Nomenklatur	154
	Publikationen zur vorliegenden Arbeit	158
	Literaturverzeichnis	160
	Anhänge	172
I.	Kupferschlacken-Eigenschaften	172
II.	Grundlagenversuche zur Schlacken am FCFM	176
III.	MHD Pilotanlage bei Anglo American, Chagres, Chile	178
IV.	Versuchsanlage Hamburg	189
V.	Numerisches Simulationsmodell	208
VI.	Materialdaten	218
VII.	Berechnungsergebnisse der Massen- und Energiebilanz	224
VIII.	Ofenauslegung	229