

## Inhaltsverzeichnis

<b>FORMELZEICHEN UND SYMBOLE .....</b>	<b>IV</b>
<b>ABKÜRZUNGEN.....</b>	<b>VII</b>
<b>1 EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG.....</b>	<b>1</b>
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Zielstellung .....	3
<b>2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....</b>	<b>5</b>
2.1 Koordinatendefinition .....	5
2.2 Vorgänge bei der Kokillenoszillation .....	6
2.3 Stranggießkokille .....	7
2.3.1 Aufbau und Funktionen einer Stranggießkokille .....	7
2.3.2 Kristallisation der Schmelze in der Kokille.....	9
2.3.3 Wärmestrom .....	11
2.3.4 Wärmestromdichte .....	12
2.3.5 Ermittlung der Wärmestromdichte in der Praxis .....	16
2.3.6 Druckverlust im Kühlkanal der Kupferplatte .....	19
2.3.7 Wärmeübergang zwischen Kupfer und Kühlwasser.....	23
2.3.8 Strangschalendicke.....	25
2.3.9 Schrumpfung des Stranges.....	26
2.3.10 Konizität.....	28
2.4 Rechnergestützte Produktentwicklung .....	31
<b>3 PROBLEMSTELLUNGEN.....</b>	<b>35</b>
3.1 Formstabilität der Kokille während des Gießprozesses .....	35
3.1.1 Deformationen der Stützrahmen Breitseite.....	35
3.1.2 Deformationen der Stützrahmen Schmalseite.....	37
3.1.3 Thermische Profilbildung.....	38
3.2 Abweichung vom idealen Schrumpf der Strangschale.....	38
3.2.1 Auswirkungen auf die Produktoberfläche.....	38
3.2.2 Innenrissbildung .....	40
3.2.3 Dehnung und Ausbauchung der Strangschale unterhalb der Kokille.....	41
3.3 Konstruktive Gegenmaßnahmen .....	42

3.4	Prozesssicht auf die aktuelle Arbeitsweise .....	43
3.4.1	Die Projektphase .....	43
3.4.2	Der Konstruktionsprozess .....	44
3.4.2.1	Das Zusammentragen von Informationen .....	45
3.4.2.2	Konstruktionsbeginn .....	47
3.4.2.3	Das Detail-Engineering .....	51
3.5	CAD-methodische Lösungsansätze zur Prozessoptimierung .....	51
<b>4</b>	<b>ANALYTISCHE MODELLBILDUNG .....</b>	<b>55</b>
4.1	Belastung der Kokillenstützrahmeneinheiten .....	55
4.1.1	Ferrostatischer Druck des Flüssigstahls.....	55
4.1.2	Thermisches Moment und Krümmungsnachbildung der Schmalseite .....	56
4.1.3	Thermisches Moment und Biegemodell der Breitseite .....	62
4.1.4	Biegung der Breitseiten aus Kokillenklemmung.....	64
4.1.5	Biegeverformung generiert aus dem Flüssigstahldruck.....	65
4.1.6	Ausbauchung der Kupferplatte unter Wasserdruk.....	66
4.2	Ermittlung der Temperaturverteilung über der Kokillenlänge.....	67
4.2.1	Temperaturverlauf im Kühlkanal.....	67
4.2.2	Ermittlung der Kupferwandtemperatur im Kühlkanal .....	69
4.2.3	Temperaturverlauf in der Kupferplatte vor den Wasserkanälen .....	69
<b>5</b>	<b>AUFBAU EINES ANPASSUNGSFÄHIGEN CAD-PRODUKTMODELLS..</b>	<b>70</b>
5.1	Übertragung der analytischen strukturellen Beschreibungen .....	70
5.2	Erfassung metallurgischer Zusammenhänge im CAD-Softwaretool .....	71
5.2.1	Kurvensteuerung über Programm-Beziehungen (interne Methode).....	71
5.2.2	Datenimport aus externen Berechnungen.....	72
5.2.3	Beziehungen .....	73
5.3	Multi-physikalisches Produktmodellsystem.....	76
5.3.1	Modellbasierter Lösungsansatz.....	76
5.3.2	Basisparameter im Layoutteil.....	77
5.3.3	Kupferkonfigurator-Basisdaten .....	79
5.3.4	Fixierungsdaten der Breitseiten-Kupferplatte.....	80
5.3.5	Analysemodul der Schmalseiten .....	82
5.3.6	Prozess- und Kühlungsanalysemodul .....	85
5.3.7	Bewertungsmodul Strangdehnung und Ausbauchung.....	87

<b>6 ERWEITERUNG DES MODELLS DER SCHMALSEITE .....</b>	<b>93</b>
6.1    Idealisierte spezifische Grundkonturmatrix $\Upsilon$ .....	93
6.2    Kompensation für die Systembiegung $\zeta$ .....	94
6.3    Kompensation für die thermische Profilierung $\Theta$ .....	96
<b>7 OPTIMIERUNGSSTUDIEN FÜR DIE KOKILLEN-MODULE .....</b>	<b>100</b>
7.1    Entwicklung zugeschnittener Kokillenplattensätze Schmalseite .....	100
7.2    Entwicklung eines Spezialkühldesigns für risskritische Stahlsorten.....	105
7.2.1    Problemstellung .....	106
7.2.2    Lösungsansatz.....	108
7.2.3    Anwendung .....	114
<b>8 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK.....</b>	<b>118</b>
<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>121</b>
Literaturverzeichnis.....	121
Abbildungsverzeichnis.....	124
<b>LEBENSLAUF .....</b>	<b>126</b>