

Inhaltsverzeichnis

FORMELZEICHEN UND SYMBOLE	IV
ABKÜRZUNGEN.....	VII
1 EINLEITUNG UND ZIELSTELLUNG.....	1
1.1 Einleitung.....	1
1.2 Zielstellung	3
2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....	5
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
3 PROBLEMSTELLUNGEN.....	35
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
4	ANALYTISCHE MODELLBILDUNG	55
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 Kokillenklammung.....	64
4.1.5	Biegeverformung generiert aus dem Flüssigstahldruck.....	65
4.1.6	Ausbauchung der Kupferplatte unter Wasserdruck.....	66
4.2	Ermittlung der Temperaturverteilung über der Kokilllänge.....	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
5	AUFBAU EINES ANPASSUNGSFÄHIGEN CAD-PRODUKTMODELLS..	70
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

6	ERWEITERUNG DES MODELLS DER SCHMALSEITE	93
6.1	Idealisierte spezifische Grundkonturmatrix Υ	93
6.2	Kompensation für die Systembiegung ζ	94
6.3	Kompensation für die thermische Profilierung Θ	96
7	OPTIMIERUNGSSTUDIEN FÜR DIE KOKILLEN-MODULE	100
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
8	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	118
	VERZEICHNISSE	121
	Literaturverzeichnis	121
	Abbildungsverzeichnis	124
	LEBENS LAUF	126