

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	ix
1. Einleitung	1
1.1. Anforderungen an die Gusseisenlegierung	3
1.2. Ziele dieser Arbeit	3
2. Theoretische Grundlagen	5
2.1. Einführung	5
2.1.1. Historie	5
2.1.2. Normung	6
2.2. Metallurgische Grundlagen	6
2.2.1. Die Bezeichnungen der Phasen und Phasengrenzen . . .	6
2.2.2. Die binären Systeme Fe-C und Fe-Fe ₃ C	7
2.2.3. Die ternären Systeme Fe-C-Si und Fe-Fe ₃ C-Si	8
2.3. Warmfestes Gusseisen für dickwandige Bauteile	10
2.3.1. Herstellung dickwandiger Gussbauteile mit Kugelgraphit	10
2.3.2. Die Erstarrung und die eutektoide Umwandlung des Guss-	12
eisens mit Kugelgraphit	
2.3.3. Gefüge und Besonderheiten von dickwandigen warmfes-	15
ten Gussbauteilen	
2.3.4. Gefügefehler	17
2.4. Möglichkeiten der Festigkeitssteigerung in Gusseisen mit Kugel-	19
graphit	
2.4.1. Schädigungsmechanismen	19
2.4.2. Möglichkeiten der Festigkeitssteigerung	20
2.4.3. Wirkungsweise ausgewählter Legierungselemente im Guss-	24
eisen	
2.4.4. Fazit zur Auswahl der Legierungselemente	29
2.5. Angewandte Methoden	30
2.5.1. Die Software Thermo-Calc [®]	30
2.5.2. Statistische Versuchsplanung und Auswertung	31
3. Experimentelle Untersuchungen	33
3.1. Versuchsplanung	33
3.1.1. Vorgehensweise zur Entwicklung eines warmfesten Guss-	33
eisens und Versuchsplan	

3.1.2.	Vorgehensweise zur Untersuchung des Verhaltens von Mo in Gusseisen mit Kugelgraphit	37
3.2.	Versuchsdurchführung und Auswertung	37
3.2.1.	Thermodynamische Berechnungen	37
3.2.2.	Herstellung der Testkörper zur Entwicklung einer warmfesten Gusseisenlegierung	39
3.2.3.	Glühungen und Auslagerungsversuche	40
3.2.4.	Verfahren der metallographischen Auswertung	41
3.2.5.	Prüfung mechanischer und physikalischer Eigenschaften	43
4.	Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen	45
4.1.	Ergebnisse zur Entwicklung einer warmfesten Legierung	45
4.1.1.	Thermodynamische Berechnungen in Vorbereitung auf die Gießversuche	45
4.1.2.	Ergebnisse der Gießversuche	55
4.1.3.	Weiterführende Untersuchungen	59
4.1.4.	Thermodynamische Berechnungen im Anschluss an die Gießversuche	62
4.1.5.	Korrelationen von Eigenschaften mit Ergebnissen thermodynamischer Berechnungen	63
4.1.6.	Weitere Korrelationen	69
4.1.7.	Berechnung einer optimalen Legierungszusammensetzung	71
4.2.	Ergebnisse der Untersuchungen Mo-haltiger Ausscheidungen	73
4.2.1.	Die Mo-haltigen Korngrenzenausscheidungen	75
4.2.2.	Die nadelförmigen Ausscheidungen	79
4.2.3.	Die feindispers verteilten Mo-Ausscheidungen	79
5.	Diskussion	85
5.1.	Diskussion zur Entwicklung einer warmfesten Legierung	85
5.1.1.	Gefüge und Temperaturstabilität	85
5.1.2.	Wirkung der Legierungselemente	88
5.1.3.	Methodik der Legierungsentwicklung	93
5.2.	Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung Mo-haltiger Ausscheidungen	94
6.	Zusammenfassung und Ausblick	97
6.1.	Ausblick	98
6.1.1.	Die Methodik	98
6.1.2.	Der Werkstoff	99
A.	Beispiel statistischer Versuchsauswertung	101
B.	Richtanalysen	105

C. Ergebnisse der Gießversuche	107
Abbildungsverzeichnis	112
Tabellenverzeichnis	115
Literaturverzeichnis	116