

**Einführung**

1

**Märkte und Einsatz von Sphäroguss**

2

**Metallurgische Grundlagen**

3

**Chemische Zusammensetzung**

4

**Technische und Materialeigenschaften**

5

**Schmelzen und Basisschmelze vorbereiten**

6

**Magnesiumbehandlung**

7

**Impfen**

8

**Formen und Formmaterialien**

9

**Speiserbestimmung**

10

**Eingießsystem**

11

**Abgießen, Ausformen und Putzen**

12

**Qualitätskontrolle**

13

**Wärmebehandlung**

14

**Gussfehler**

15

**Schweißen**

16

**Bearbeitbarkeit**

17

**Gusseisen mit Vermiculargraphit**

18

**Anwendungen**

19

# INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
1. EINFÜHRUNG.....	1	6.2.3 GJS-Kreislaufmaterial.....	61
2. MÄRKTE UND EINSATZ VON SPHÄROGUSS.....	3	6.2.4 Aufkohlen.....	62
3. METALLURGISCHE GRUNDLAGEN.....	7	6.2.5 Siliciumcarbid.....	63
3.1 DER ERSTARRUNGSVORGANG.....	7	6.2.6 Ferrolegierungen, andere Zusatzstoffe.....	63
3.1.1 Untereutektisches Erstarren.....	9	6.3 SCHMELZVORBEREITUNG.....	64
3.1.2 Übereutektisches Erstarren.....	9	7. MAGNESIUMBEHANDLUNG.....	67
3.1.3 Keimbildung und Wachstum der Graphitsphärolithen.....	10	7.1 GESCHICHTE.....	67
3.2 VOLUMENVERÄNDERUNGEN BEIM ABKÜHLEN UND ERSTARREN.....	13	7.2 PROBLEME BEI DER ZUGABE VON MAGNESIUM IN DIE SCHMELZE.....	67
3.3 METALLURGISCHE QUALITÄT.....	15	7.3 BEHANDLUNGSMETHODEN.....	67
3.3.1 Wichtige Parameter, die die metallurgische Qualität beeinflussen.....	15	7.3.1 Behandlungen in der Pfanne.....	67
3.3.2 Keimbildungspotenzial und Volumenveränderungen.....	16	7.3.2 Behandlung mit Reinmagnesium.....	71
3.4 VERERBUNG VON KEIMEN UND INZUCHT - NEU DISKUTIERT.....	17	7.3.3 INMOLD-Verfahren (Flowtret usw.).....	72
3.5 IMPFUNG UND CARBIDBILDUNG.....	18	7.3.4 Drahtbehandlung.....	74
3.6 GEFÜGE UND GEFÜGEÄNDERUNGEN IM FESTEN ZUSTAND.....	19	7.3.5 Andere Verfahren (Vortex, Ductilater, Drahtbehandlung, Flexipor).....	76
3.6.1 Einfluss der Sphärolithenzahl und -größe auf die Gefügebildung.....	20	7.4 KUGELBILDENDE BEHANDLUNGSLEGIERUNGEN.....	76
3.6.2 Weitere mögliche Gefügearten.....	21	8. IMPFEN.....	79
4. CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG.....	23	8.1 WAS IST IMPFEN?.....	79
4.1 PRIMÄRE ELEMENTE.....	23	8.2 VERSCHIEDENE IMPFVERFAHREN.....	82
4.1.1 Kohlenstoff und Silicium.....	23	8.3 ZUSAMMENSETZUNG UND KORNGRÖSSE VON IMPFMITTELN.....	84
4.1.2 Mangan.....	27	8.4 MENGE DES IMPFMITTELS.....	84
4.1.3 Schwefel.....	28	8.5 ZUSAMMENSETZUNG UND VORBEREITUNG DER BASISSCHMELZE.....	85
4.1.4 Phosphor.....	28	9. FORMEN UND FORMMATERIALIEN.....	87
4.2 SPHÄROLITHENBILDENDE ELEMENTE.....	30	9.1 ALLGEMEINES.....	87
4.2.1 Magnesium.....	30	9.2 SANDEIGENSCHAFTEN.....	87
4.2.2 Cer und Seltene Erden.....	31	9.2.1 Reinheit.....	87
4.3 LEGIEREN VON SPHÄROGUSS.....	32	9.2.2 Kornform und Korngröße.....	87
4.3.1 Primärelemente.....	32	9.3 NASSGUSS- BZW. GRÜNSAND, BINDEMittel, ZUSATZSTOFFE.....	88
4.3.2 Kupfer.....	33	9.3.1 Prüfung der Verdichtbarkeit.....	88
4.3.3 Zinn.....	33	9.3.2 Weitere Sandprüfungen und Eigenschaften.....	89
4.3.4 Molybdän.....	34	9.4 KALTAUSHÄRTENDE FORMEN.....	90
4.3.5 Nickel.....	35	9.5 SCHWINDMASS.....	90
4.3.6 Zusammenstellung Legierungselemente.....	36	10. SPEISERBESTIMMUNG.....	93
4.4 CARBIDFÖRDERNDE ELEMENTE.....	37	10.1 ABKÜHLEN EINES GUSSSTÜCKS.....	93
4.5 GRAPHITSCHÄDIGENDE ELEMENTE.....	37	10.2 ERSTARREN EINES GUSSSTÜCKS.....	95
5. TECHNISCHE UND MATERIALEIGENSCHAFTEN.....	41	10.3 GELENKTE ERSTARRUNG.....	97
5.1 FERRITISCH-PERLITISCHE SPHÄROGUSSSORTEN.....	41	10.4 METHODE DER DRUCKENTLASTUNG.....	98
5.2 ADI - AUSTEMPERED DUCTILE IRON.....	45	10.5 FLASCHEN- ODER HEINESPEISER.....	105
5.3 LEGIERTER SPHÄROGUSS.....	47	10.6 SPEISER MIT DRUCKKONTROLLE.....	106
6. SCHMELZEN UND BASISSCHMELZE VORBEREITEN.....	49	10.7 SPEISERLOSES GIESSEN.....	110
6.1 SCHMELZVERFAHREN.....	49	10.8 ZUSAMMENSTELLUNG SPEISERTECHNIK.....	112
6.1.1 Schmelzen im Kupolofen.....	49	10.9 SPEISERHALS.....	112
6.1.2 Entwicklungen der Kupolöfen.....	51	10.10 KOKILLEN AN KRITISCHEN ZONEN.....	112
6.1.3 Entschwefelung.....	53	10.11 PLATZIEREN DER ANSCHNITTE.....	113
6.1.4 Entschwefelung mit Magnesium.....	55	10.12 HINWEISE ZUM SETZEN VON SPEISERN.....	113
6.1.5 Induktionsofenschmelzen.....	56	10.13 SIMULATION DES ERSTARRENS.....	113
6.1.6 Lichtbogenofen.....	57		
6.1.7 Drehtrommelofen.....	58		
6.2 EINSATZMATERIAL.....	59		
6.2.1 Sorelmetal.....	59		
6.2.2 Stahlschrott.....	60		

	Seite		Seite
<b>11. EINGIESSSYSTEM</b> .....	<b>115</b>	<b>17. BEARBEITBARKEIT</b> .....	<b>167</b>
11.1 ALLGEMEINES .....	115	17.1 GRUNDLAGEN .....	167
11.2 KONSTRUKTIONSPRINZIPIEN DRUCKBEAUF- SCHLAGTER EINGIESSSYSTEME .....	116	17.2 VERGLEICH ZU ANDEREN WERKSTOFFEN .....	171
11.3 VERTIKAL GETEILTE FORMEN .....	118	17.3 BEARBEITUNGSPARAMETER .....	171
11.4 VOLLFORMVERFAHREN .....	118	<b>18. GUSSEISEN MIT VERMICULARGRAPHIT</b> .....	<b>177</b>
11.5 GIESSFEHLER INFOLGE UNZUREICHENDER EINGIESSSYSTEME .....	119	18.1 BESCHREIBUNG .....	177
11.6 METALLFILTERUNG .....	120	18.2 EIGENSCHAFTEN .....	177
<b>12. ABGIESSEN, AUSFORMEN UND PUTZEN</b> .....	<b>123</b>	18.3 CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG .....	178
12.1 ABGIESSEN, GIESSPFANNEN .....	123	18.4 HERSTELLUNG .....	179
12.2 WÄRMEISOLIERUNG, TEMPERATURVERLUSTE .....	123	18.4.1 Gattierung .....	179
12.3 AUSLEEREN .....	124	18.4.2 Schmelzprozess .....	179
12.4 ABTRENNEN DER SPEISER .....	125	18.4.3 Behandlung für GJV-Bildung .....	179
<b>13. QUALITÄTSKONTROLLE</b> .....	<b>127</b>	18.4.4 Impfen .....	181
13.1 QUALIFIKATION DES PERSONALS .....	127	18.4.5 Qualitätskontrolle .....	182
13.2 EINSATZMATERIALIEN AUSWÄHLEN UND PRÜFEN .....	128	18.5 ANWENDUNGEN .....	182
13.3 KONTROLLE DER BASISCHMELZE .....	129	<b>19. ANWENDUNGEN</b> .....	<b>185</b>
13.4 KONTROLLE DER BEHANDELTEN SCHMELZE .....	130		
13.5 THERMISCHE ANALYSE .....	131		
13.6 ENDKONTROLLE DER GUSSSTÜCKE .....	132		
13.6.1 Ultraschallprüfung .....	132		
13.6.2 Wirbelstromprüfung .....	132		
13.6.3 Brinell Härteprüfung .....	133		
13.6.4 Prüfung der mechanischen Eigenschaften .....	133		
<b>14. WÄRMEBEHANDLUNG</b> .....	<b>137</b>		
14.1 SPANNUNGSARMGLÜHUNG .....	137		
14.2 EINSTELLEN VON GEFÜGE UND MECHANISCHEN EIGENSCHAFTEN .....	137		
14.3 HÄRTEN UND ZTU-SCHAUBILDER .....	139		
14.4 WEICHGLÜHEN .....	140		
14.5 NORMALISIEREN .....	141		
14.6 VERGÜTEN UND ANLASSEN .....	141		
14.7 OBERFLÄCHENHÄRTEN .....	142		
14.8 AUSTENITISCHER SPHÄROGUSS .....	143		
14.9 AUSTEMPERED DUCTILE IRON (ADI) .....	143		
<b>15. GUSSFEHLER</b> .....	<b>147</b>		
15.1 FEHLER DURCH DEN FORMSAND .....	147		
15.2 FEHLER DURCH GAS .....	147		
15.3 ANDERE OBERFLÄCHENEINSCHLÜSSE .....	147		
15.3.1 Dross .....	147		
15.3.2 Schmutz und Schlacke .....	149		
15.4 SCHRUMPFEN UND LUNKER .....	150		
15.5 GRAPHITENTARTUNGEN .....	151		
15.6 FEHLER IM GEFÜGE .....	157		
15.6.1 Weißerstarrung und Carbide .....	157		
15.6.2 Ferritaußenhaut .....	158		
15.6.3 Ferritisch/perlitisches Gefüge .....	158		
15.7 FEHLER IN GJS-ROHREN .....	158		
15.8 SONSTIGE FEHLER .....	159		
<b>16. SCHWEISSEN</b> .....	<b>161</b>		
16.1 MÖGLICHKEIT .....	162		
16.2 LICHTBOGENSCHWEISSEN .....	163		
16.3 GASSCHWEISSEN .....	163		
16.3.1 Gasschmelzschweißen .....	164		
16.3.2 Gas-Pulver-Schweißen .....	164		
16.4 GRUNDSÄTZLICHE ÜBERLEGUNGEN ZUM SCHWEISSEN VON SPHÄROGUSS .....	165		