

## I Unlegiertes Gußeisen mit Kugelgraphit

1	Werkstoffübersicht.....	3
2	Herstellung .....	9
2.1	Gefüge und Eigenschaften.....	9
2.2	Auswahl der Einsatzstoffe.....	14
2.3	Verfahrensschritte zur Herstellung .....	16
2.4	Wärmebehandlung.....	19
2.5	Randschichten-Verfestigungsverfahren .....	22
3	Physikalische Eigenschaften .....	32
3.1	Dichte .....	32
3.2	Wärmeausdehnung .....	32
3.3	Wärmeleitfähigkeit .....	33
3.4	Spezifischer elektrischer Widerstand.....	38
3.5	Magnetische Eigenschaften .....	38
4	Mechanische Eigenschaften .....	42
4.1	Statische mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur .....	45
4.1.1	Festigkeit, Dehnung, Härte, Elastizitäts-Modul .....	45
4.1.2	Zähigkeitseigenschaften (Kerbschlagversuch, Kerbschlagzähigkeit) .....	59
4.1.3	Kriechverhalten .....	65
4.2	Statische mechanische Eigenschaften bei höheren Temperaturen .....	67
4.2.1	Warmfestigkeit (Zugfestigkeit, 0,2%-Dehngrenze, Bruchdehnung, Härte, E-Modul, Kerbschlagzähigkeit) .....	67
4.2.2	Zeitstandeigenschaften (Kriechverhalten, Zeitstandfestigkeit) .....	74
4.2.3	Temperaturwechselbeständigkeit .....	82
4.3	Statische mechanische Eigenschaften bei tiefen Temperaturen .....	85
4.3.1	Zugfestigkeit.....	86
4.3.2	Fließgrenze, 0,2%-Dehngrenze, E-Modul .....	87
4.3.3	Bruchdehnung, Einschnürung, Kerbschlagzähigkeit .....	89
5	Dynamische Eigenschaften .....	95
5.1	Dauerfestigkeit .....	96
5.1.1	Kerbempfindlichkeit.....	101
5.1.2	Mittelspannungsempfindlichkeit .....	106
5.1.3	Einfluß der Oberfläche, Werkstoffmängel und Gußfehler .....	108

5.2	Betriebsfestigkeit.....	109
6	Bruchmechanische Kennwerte .....	112
6.1	Ferritische Gußeisen mit Kugelgraphit .....	113
6.2	Ferritisch-perlitische Gußeisen mit Kugelgraphit .....	114
6.3	Perlitische Gußeisen mit Kugelgraphit.....	115
6.4	Einfluß der Graphitmorphologie auf die Bruchzähigkeit .....	117
7	Technologische Eigenschaften .....	120
7.1	Verschleißverhalten .....	120
7.1.1	Abrasiv-Verschleiß .....	120
7.1.2	Adhäsion – Metall/Metall-Verschleiß .....	121
7.2	Korrosionsverhalten.....	124
7.3	Zündern .....	127
7.4	Wachsen.....	128
II	Niedriglegiertes Gußeisen mit Kugelgraphit	
1	Werkstoffübersicht.....	133
2	Herstellung .....	135
2.1	Wichtige Legierungselemente, ihr Einfluß auf das Grundgefüge .....	135
2.1.1	Kupfer.....	135
2.1.2	Nickel .....	135
2.1.3	Molybdän.....	136
2.1.4	Chrom .....	137
2.1.5	Zinn .....	137
2.1.6	Einfluß von Störelementen .....	138
2.2	Einbringen der Elemente in das Gußeisen .....	140
2.2.1	Kupfer.....	141
2.2.2	Nickel .....	142
2.2.3	Molybdän.....	142
2.2.4	Chrom .....	142
2.2.5	Zinn .....	142
2.3	Beispiele möglicher Probleme beim Legieren .....	143
3	Physikalische Eigenschaften .....	146
3.1	Dichte .....	146

3.2	Spezifischer elektrischer Widerstand.....	146
3.3	Wärmeleitfähigkeit und thermische Ausdehnung .....	146
3.4	Magnetische Eigenschaften .....	148
4	Mechanische Eigenschaften .....	149
4.1	Einfluß der Legierungselemente auf statische mechanische Eigenschaften .....	150
4.1.1	Kupfer.....	150
4.1.2	Nickel .....	151
4.1.3	Molybdän.....	153
4.1.4	Chrom.....	155
4.1.5	Zinn .....	156
4.1.6	Weitere Legierungselemente .....	156
4.1.7	Legierungskombinationen .....	158
4.1.8	Seigerungen .....	165
4.2	Einfluß der Legierungselemente bei einer Wärmebehandlung.....	170
4.2.1	Änderung des Gehaltes an gebundenem Kohlenstoff .....	170
4.2.1.1	Zerfallsglühen von freien Carbiden.....	170
4.2.1.2	Ferritisierung (Weichglühen).....	171
4.2.1.3	Normalisieren (Perlitisieren) .....	172
4.2.2	Härten und Vergüten .....	175
4.3	Statische mechanische Eigenschaften bei höheren Temperaturen .....	180
4.3.1	Warmfestigkeit .....	180
4.3.2	Zeitstandeigenschaften .....	180
4.3.3	Temperaturwechselbeständigkeit .....	184
5	Dynamische Eigenschaften .....	186
6	Einfluß der Legierungselemente auf die Bruchzähigkeit .....	189
7	Technologische Eigenschaften .....	190
7.1	Verschleißverhalten .....	190
7.1.1	Abrasiv-Verschleiß .....	190
7.1.2	Adhäsions-Verschleiß .....	193
7.2	Korrosionsverhalten.....	195
7.3	Zündern .....	196
7.4	Wachsen.....	197

III	Bainitisches Gußeisen mit Kugelgraphit	
1	Werkstoffübersicht.....	201
2	Herstellung .....	204
2.1	Chemische Zusammensetzung - Legierungselemente.....	204
2.2	Wärmebehandlung.....	207
3	Gefüge und statische mechanische Eigenschaften .....	211
3.1	Gefügeausbildung.....	211
3.2	Mechanische Eigenschaften von unlegiertem bainitischem Gußeisen mit Kugelgraphit .....	213
3.2.1	Einfluß der isothermen Umwandlungstemperatur.....	213
3.2.2	Einfluß der Umwandlungszeit .....	216
3.3	Mechanische Eigenschaften von legiertem bainitischem Gußeisen mit Kugelgraphit .....	218
3.4	Verhalten bei höheren Temperaturen.....	227
3.5	Verhalten bei tiefen Temperaturen.....	228
3.6	Einfluß der Wanddicke auf die mechanischen Eigenschaften .....	231
4	Dynamische Eigenschaften .....	235
4.1	Dauerfestigkeit .....	235
4.2	Dauerfestigkeitsverhältnis .....	239
4.3	Kerbempfindlichkeit .....	242
4.4	Besondere Einflußfaktoren auf die Dauerfestigkeit .....	242
5	Bruchmechanische Kenngrößen .....	244
6	Technologische Eigenschaften .....	249
6.1	Verschleißverhalten .....	249
6.1.1	Adhäsion.....	250
6.1.2	Abrasion .....	251
6.1.3	Oberflächenzerrüttung .....	254

## IV Austenitisches Gußeisen mit Kugelgraphit

1	Werkstoffübersicht.....	261
2	Herstellung .....	265
2.1	Chemische Zusammensetzung .....	265
2.1.1	Kohlenstoff.....	266
2.1.2	Silicium .....	266
2.1.3	Mangan.....	267
2.1.4	Phosphor.....	268
2.1.5	Magnesium.....	268
2.2	Einfluß der Legierungselemente auf die Eigenschaften .....	268
2.2.1	Nickel .....	269
2.2.2	Chrom.....	271
2.3	Formen, Schmelzen und Gießen.....	271
3	Physikalische Eigenschaften .....	275
3.1	Dichte .....	276
3.2	Wärmeausdehnung .....	276
3.2.1	Niedrige Wärmeausdehnung .....	277
3.2.2	Mittlere Wärmeausdehnung .....	278
3.2.3	Hohe Wärmeausdehnung.....	278
3.3	Wärmeleitfähigkeit.....	279
3.4	Spezifischer elektrischer Widerstand.....	279
3.5	Magnetische Eigenschaften .....	279
3.6	Wärmeschockverhalten .....	280
4	Mechanische Eigenschaften .....	284
4.1	Statische mechanische Eigenschaften bei Raumtemperatur .....	284
4.2	Statische mechanische Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen .....	287
4.2.1	Gefügestabilität und damit Stabilität der Eigenschaften .....	287
4.2.2	Kurzzeitverhalten .....	287
4.2.3	Langzeitverhalten .....	289
4.2.4	Temperaturwechselbeständigkeit .....	293
4.3	Statische mechanische Eigenschaften bei tiefen Temperaturen .....	295
5	Technologische Eigenschaften .....	298
5.1	Korrosionsverhalten.....	298
5.1.1	Atmosphärische Korrosion.....	300
5.1.2	Verhalten in Meerwasser .....	300

5.1.3	Verhalten in Alkalien .....	304
5.1.4	Verhalten in anorganischen Säuren .....	307
5.1.5	Verhalten in weiteren Medien.....	309
5.2	Verschleißverhalten .....	315
5.3	Oxidationsbeständigkeit .....	316
5.4	Maßbeständigkeit .....	317
5.5	Gebrauchseignung bei höheren Temperaturen .....	318
V	<b>Schweißtechnische Verarbeitung und spanende Bearbeitung</b>	
1	Schweißneigung .....	323
2	Schweißtechnische Fertigung.....	327
2.1	Arten der Schweißung .....	327
2.2	Schweißverfahren .....	328
2.2.1	Schweißnahtvorbereitung .....	328
2.2.2	Schweißzusätze und Hilfsstoffe .....	329
2.2.3	Schmelzschweißverfahren .....	333
2.2.4	Preßschweißverfahren .....	335
2.3	Vorgänge in der Wärmeeinflußzone .....	335
2.4	Wärmeführung und Behandlung .....	338
2.4.1	Vorwärmung .....	338
2.4.2	Wärmenachbehandlung .....	338
2.5	Eigenschaften von Schweißverbindungen.....	339
3	Spanende Bearbeitung .....	348
3.1	Auswahl der Schneidwerkstoffe.....	349
3.1.1	Schnellarbeitsstähle .....	350
3.1.2	Hartmetalle .....	351
3.1.3	Hochleistungsschneidstoffe.....	352
3.2	Einfluß des Gefüges auf die Spanbarkeit .....	354
3.3	Allgemeine Richtlinien für die spanende Bearbeitung von duktilem Gußeisen.....	355
3.3.1	Drehen/Fräsen .....	355
3.3.2	Bohren .....	364
3.3.3	Weitere Bearbeitungsverfahren .....	367
3.3.4	Hinweise zu auftretenden Bearbeitungsproblemen .....	372
Sachwörterverzeichnis .....		380