

<b>Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	15
<b>1 Struktur und Eigenschaften der Metalle</b> .....	19
1.0 Überblick .....	19
1.1 Metallbindung und Gitterstruktur .....	19
1.1.0 Übersicht .....	19
1.1.1 Wechselwirkung zwischen Atomen .....	20
1.1.2 Kristallstruktur der Metalle .....	25
1.1.2.1 Der kristalline Zustand (Idealkristall) .....	25
1.1.2.2 Gittertypen .....	28
1.1.2.3 Realstruktur .....	32
1.1.2.4 Gitterstruktur und technische Eigenschaften .....	36
1.2 Kristallisation .....	39
1.2.0 Übersicht .....	39
1.2.1 Phasenumwandlungen .....	40
1.2.2 Thermische Analyse .....	42
1.2.3 Übergang flüssig-kristallin .....	43
1.3 Elastische und plastische Verformung .....	48
1.3.0 Übersicht .....	48
1.3.1 Mechanische Beanspruchung .....	48
1.3.2 Elastische Verformung .....	49
1.3.3 Plastische Verformung .....	50
1.4 Thermisch aktivierte Vorgänge .....	56
1.4.0 Übersicht .....	56
1.4.1 Gittervorgänge unter Temperatureinfluss .....	57
1.4.2 Diffusion .....	57
1.4.3 Erholung und Rekristallisation .....	61
Lernzielorientierter Test zu Kapitel 1 .....	67
<b>2 Legierungen</b> .....	69
2.0 Überblick .....	69
2.1 Aufbau der Legierungen .....	69
2.1.0 Übersicht .....	69
2.1.1 Mischkristall .....	70
2.1.2 Überstruktur .....	71
2.1.3 Intermetallische Verbindungen .....	72
2.1.4 Gefügebau der Legierungen .....	73
2.2 Zustandsdiagramme .....	74
2.2.0 Übersicht .....	74
2.2.1 Begriffe, Einstoffsystem .....	75

2.2.2	Zweistoffsysteme (binäre Systeme) . . . . .	76
2.2.2.0	Einführung . . . . .	76
2.2.2.1	Völlige Löslichkeit im festen Zustand . . . . .	78
2.2.2.2	Unlöslichkeit im festen Zustand . . . . .	79
2.2.2.3	System mit begrenzter Löslichkeit im festen Zustand – eutektisches System . . . . .	79
2.2.2.4	System mit begrenzter Löslichkeit im festen Zustand – peritektisches System . . . . .	82
2.2.3	Das Lesen der Zweistoffdiagramme . . . . .	83
2.2.3.1	Regeln . . . . .	83
2.2.3.2	Beispiele . . . . .	83
2.3	Legierungseigenschaften . . . . .	86
2.3.0	Übersicht . . . . .	86
2.3.1	Tendenzen . . . . .	87
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 2 . . . . .	90
<b>3</b>	<b>Eisen-Kohlenstoff-Legierungen</b> . . . . .	<b>91</b>
3.0	Überblick . . . . .	91
3.1	Reines Eisen . . . . .	91
3.2	Komponente Kohlenstoff . . . . .	93
3.3	Allgemeines zum System Eisen-Kohlenstoff . . . . .	94
3.4	System Eisen-Eisencarbid (Fe-Fe <sub>3</sub> C) . . . . .	95
3.5	Die Gefügearten des Systems Eisen-Eisencarbid . . . . .	99
3.6	Einteilung der Eisenwerkstoffe . . . . .	103
3.7	Stabiles System Eisen-Kohlenstoff (Fe-C) . . . . .	104
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 3 . . . . .	106
<b>4</b>	<b>Wärmebehandlung der Eisenwerkstoffe</b> . . . . .	<b>108</b>
4.0	Überblick . . . . .	108
4.1	Grundlagen der Wärmebehandlung . . . . .	108
4.1.0	Übersicht . . . . .	109
4.1.1	Erwärmung in das Austenitgebiet (Austenitisierung) . . . . .	111
4.1.2	Abkühlung aus dem Austenitgebiet . . . . .	113
4.2	Thermische Verfahren . . . . .	126
4.2.0	Übersicht . . . . .	126
4.2.1	Glühen . . . . .	126
4.2.1.1	Diffusionsglühen . . . . .	128
4.2.1.2	Grobkornglühen . . . . .	128
4.2.1.3	Normalglühen . . . . .	129
4.2.1.4	Glühen auf kugelige Carbide . . . . .	130
4.2.1.5	Spannungsarmglühen . . . . .	132
4.2.1.6	Rekristallisationsglühen . . . . .	133
4.2.2	Härten und Anlassen . . . . .	135
4.2.3	Vergüten . . . . .	139
4.2.4	Randschichthärten . . . . .	143

4.3	Thermochemische Verfahren	147
4.3.0	Übersicht	147
4.3.1	Einsatzhärten	149
4.3.2	Nitrieren	153
4.4	Thermomechanische Verfahren	157
4.4.0	Übersicht	157
4.4.1	Verfahrensgrundlagen	158
4.4.2	Verfahrensvarianten	159
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 4	161
<b>5</b>	<b>Eisengusswerkstoffe</b>	<b>163</b>
5.0	Überblick	163
5.1	Erstarrung und Gefügeausbildung von Eisengusswerkstoffen	163
5.1.0	Übersicht	163
5.1.1	Einteilung der Eisengusswerkstoffe	164
5.1.2	Schwindung, Lunker, Gasblasen und Seigerung	165
5.1.3	Gefügeausbildung bei Eisengusswerkstoffen	169
5.1.3.1	Stabile und metastabile Erstarrung	169
5.1.3.2	Grundgefüge	170
5.1.3.3	Der Einfluss von Abkühlgeschwindigkeit und Wandstärke des Gussteiles	172
5.1.3.4	Graphitformen bei Gusseisen	174
5.2	Gusseisen mit Lamellengraphit	177
5.2.0	Übersicht	177
5.2.1	Erschmelzung und chemische Zusammensetzung	177
5.2.2	Wärmebehandlung	179
5.2.3	Eigenschaften und Anwendung	180
5.3	Grauguss mit Kugelgraphit	183
5.3.0	Übersicht	183
5.3.1	Erschmelzung und chemische Zusammensetzung	183
5.3.2	Wärmebehandlung	185
5.3.3	Eigenschaften und Anwendung	188
5.4	Weitere Eisengusswerkstoffe	190
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 5	195
<b>6</b>	<b>Eisenknetwerkstoffe</b>	<b>197</b>
6.0	Überblick	197
6.1	Stähle – Einteilung und Bezeichnungssysteme	197
6.1.0	Übersicht	197
6.1.1	Stahl – Definition	198
6.1.2	Einteilung der Stähle	201
6.1.3	Eisenbegleiter und Legierungselemente	204
6.1.4	Bezeichnung der Stähle	209
6.2	Stahlgruppen	216
6.2.0	Übersicht	216
6.2.1	Baustähle	216

6.2.2	Baustähle für bestimmte Wärmebehandlungen	222
6.2.3	Nichtrostende Stähle	226
6.2.4	Werkzeugstähle	231
6.2.4.1	Unlegierte und legierte Kaltarbeitsstähle	234
6.2.4.2	Warmarbeitsstähle	236
6.2.4.3	Schnellarbeitsstähle	237
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 6	240
<b>7</b>	<b>Nichteisenmetalle (NE-Metalle)</b>	<b>241</b>
7.0	Überblick	241
7.1	Allgemeines zur Werkstoffbezeichnung	242
7.1.0	Übersicht	242
7.1.1	Werkstoff- und Zustandsbezeichnungen nach EN	242
7.2	Aluminium, Aluminiumlegierungen	244
7.2.0	Übersicht	244
7.2.1	Reinaluminium	245
7.2.1.1	Eigenschaften	245
7.2.1.2	Anwendung	246
7.2.2	Aluminiumlegierungen	246
7.2.2.1	Einteilung, Eigenschaften	246
7.2.2.2	Wirkung der Legierungselemente	247
7.2.2.3	Aushärten	249
7.2.3	Legierungstyp, technische Anwendung	252
7.3	Kupfer, Kupferlegierungen	256
7.3.0	Übersicht	256
7.3.1	Reinkupfer	256
7.3.2	Kupfer-Zink-Legierungen (Messing)	258
7.3.3	Kupfer-Zinn-Legierungen	261
7.4	Magnesium, Magnesiumlegierungen	262
7.4.0	Übersicht	262
7.4.1	Reinmagnesium	263
7.4.2	Magnesiumlegierungen	263
7.5	Titan, Titanlegierungen	264
7.5.0	Übersicht	264
7.5.1	Reintitan	265
7.5.2	Titanlegierungen	266
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 7	266
<b>8</b>	<b>Sinterwerkstoffe</b>	<b>268</b>
8.0	Überblick	268
8.1	Grundlagen der Sintertechnik	268
8.1.0	Übersicht	269
8.1.1	Pulverherstellung	269
8.1.2	Formgebung	269
8.1.3	Sintern	270
8.1.4	Nachbehandlung	272

8.2	Eigenschaften, Anwendungsgebiete .....	272
8.2.0	Übersicht .....	273
8.2.1	Sintermetalle .....	273
8.2.2	Gesinterte Carbidhartmetalle (Hartmetalle) .....	274
8.2.3	Oxid- und Mischkeramik .....	274
8.2.4	Nichtoxidkeramik .....	276
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 8 .....	277
<b>9</b>	<b>Korrosion und Korrosionsschutz</b> .....	<b>278</b>
9.0	Überblick .....	278
9.1	Grundlagen .....	278
9.1.0	Übersicht .....	278
9.1.1	Ursachen der Korrosion .....	279
9.1.2	Chemische Korrosion .....	279
9.1.3	Elektrochemische Korrosion .....	280
9.1.4	Passivierung .....	282
9.2	Korrosionsarten .....	283
9.2.0	Übersicht .....	283
9.2.1	Korrosionsarten ohne mechanische Beanspruchung .....	284
9.2.1.1	Gleichmäßige und ungleichmäßige Flächenkorrosion .....	284
9.2.1.2	Lochkorrosion .....	284
9.2.1.3	Spaltkorrosion .....	285
9.2.1.4	Bimetallkorrosion (Kontaktkorrosion) .....	285
9.2.2	Korrosionsarten mit mechanischer Beanspruchung .....	286
9.2.2.1	Spannungskorrosion/Spannungsrisskorrosion .....	286
9.2.2.2	Schwingungsrisskorrosion .....	286
9.2.2.3	Erosions- und Kavitationskorrosion .....	287
9.3	Korrosionsschutz .....	288
9.3.0	Übersicht .....	288
9.3.1	Aktiver Korrosionsschutz .....	289
9.3.1.1	Werkstoffauswahl .....	289
9.3.1.2	Korrosionsschutzgerechtes Konstruieren .....	290
9.3.1.3	Katodischer Korrosionsschutz .....	290
9.3.1.4	Beeinflussung des Korrosionsmediums .....	291
9.3.2	Passiver Korrosionsschutz .....	292
9.3.2.1	Vorbereitung der Oberfläche .....	292
9.3.2.2	Organische Beschichtungen .....	292
9.3.2.3	Metallische Überzüge .....	294
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 9 .....	297
<b>10</b>	<b>Kunststoffe</b> .....	<b>298</b>
10.0	Überblick .....	298
10.1	Struktur von Kunststoffen .....	298
10.1.0	Übersicht .....	299
10.1.1	Entstehung der Makromoleküle .....	299
10.1.2	Räumliche Anordnung der Makromoleküle .....	302
10.1.3	Hilfs- und Zusatzstoffe .....	306

10.2	Eigenschaften und Verarbeitung von Kunststoffen	307
10.2.0	Übersicht	307
10.2.1	Allgemeine Eigenschaften	308
10.2.2	Thermisch mechanische Eigenschaften von Kunststoffen	310
10.2.2.1	Einfluss von Struktur und Temperatur	310
10.2.2.2	Einfluss der Belastungsdauer/-geschwindigkeit	317
10.3	Verarbeitung von Kunststoffen	319
10.4	Ausgewählte Kunststoffe	321
10.4.0	Übersicht	322
10.4.1	Thermoplaste	322
10.4.1.1	Polyethylen PE	322
10.4.1.2	Polypropylen PP	323
10.4.1.3	Polystyrol PS	324
10.4.1.4	Polyvinylchlorid PVC	324
10.4.1.5	Polyethylenterephthalat PET	325
10.4.1.6	Weitere technische Thermoplaste	326
10.4.2	Duroplaste	327
10.4.2.1	Epoxidharz EP	327
10.4.2.2	Ungesättigtes Polyesterharz UP	328
10.4.2.3	Polyurethan (vernetzt) PUR	329
10.4.3	Elastomere	330
10.4.3.1	Naturkautschuk NR	330
10.4.3.2	Styrol-Butadien-Kautschuk SBR	331
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 10	332
<b>11</b>	<b>Verbundwerkstoffe</b>	<b>333</b>
11.0	Überblick	333
11.1	Die Struktur von Verbundwerkstoffen	333
11.1.0	Übersicht	333
11.1.1	Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde	334
11.1.2	Verbundwerkstoffe – ihre Einsatzziele	338
11.2	Teilchen- und faserverstärkte Verbundwerkstoffe	339
11.2.0	Übersicht	339
11.2.1	Teilchenverstärkte Verbundwerkstoffe	340
11.2.2	Faserverstärkte Verbundwerkstoffe	344
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 11	351
<b>12</b>	<b>Werkstoffprüfung</b>	<b>352</b>
12.0	Überblick	352
12.1	Grundlagen der Werkstoffprüfung	352
12.1.0	Übersicht	352
12.1.1	Werkstoffbeanspruchung	353
12.1.2	Werkstoffprüfung – Begriff, Aufgaben und Einteilung der Werkstoffprüfverfahren	355
12.2	Mechanische Werkstoffprüfung	358
12.2.0	Übersicht	358

12.2.1	Zugversuch	358
12.2.1.0	Übersicht	358
12.2.1.1	Prüfprinzip	359
12.2.1.2	Versuchsauswertung, Kenngrößen	362
12.2.1.3	Werkstoffverhalten unter Zugbeanspruchung	369
12.2.2	Härteprüfung	374
12.2.2.0	Übersicht	374
12.2.2.1	Härteprüfung nach Brinell	376
12.2.2.2	Härteprüfung nach Vickers	378
12.2.2.3	Härteprüfung nach Rockwell (HRC)	380
12.2.2.4	Instrumentierte Eindringprüfung – Martenshärte	382
12.2.2.5	Umwerten von Härtewerten	384
12.2.3	Zähigkeitsprüfung	385
12.2.3.0	Übersicht	385
12.2.3.1	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy	387
12.2.4	Bruchmechanische Werkstoffprüfung	392
12.2.4.1	Linear elastische Bruchmechanik LEBM	394
12.2.4.2	Fließbruchmechanik FBM	397
12.2.5	Dauerschwingprüfung	402
12.2.5.0	Übersicht	402
12.2.5.1	Dynamische Beanspruchung und Werkstoffverhalten	403
12.2.5.2	Dauerschwingversuch	405
12.2.5.3	Das Dauerfestigkeitsdiagramm nach Smith	414
12.3	Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung	418
12.3.0	Übersicht	418
12.3.1	Durchstrahlungsprüfung	419
12.3.2	Ultraschallprüfung	423
12.3.3	Magnetische Prüfverfahren	428
12.3.3.1	Einführung	428
12.3.3.2	Magnetpulverprüfung	429
12.3.3.3	Wirbelstromprüfung	432
12.4	Gefügeanalyse – Materialographie	436
12.4.0	Überblick	436
12.4.1	Makroskopische Untersuchungen	436
12.4.2	Lichtmikroskopie	437
12.4.3	Rasterelektronenmikroskopie	442
12.4.4	Transmissionselektronenmikroskopie	445
	Lernzielorientierter Test zu Kapitel 12	446
	<b>Lösungsteil</b>	448
	<b>Weiterführende Literatur</b>	464
	<b>Auskunfts- und Beratungsstellen</b>	464
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	465