

Inhaltsverzeichnis

		3	Werkstofftechnik	51
1	Einführung in die Fertigungstechnik	9	3.1 Einteilung der Werkstoffe	51
1.1	Die Fertigung im Betrieb	9	3.2 Werkstoffeigenschaften	52
1.2	Das Berufsfeld Metalltechnik	10	3.3 Rohstoffe, Hilfsstoffe, Werkstoffe	55
1.3	Grundlagen der Fertigungstechnik	11	3.4 Roheisengewinnung	56
1.3.1	Struktur der Fertigungstechnik	11	3.5 Stahlherstellung	57
1.3.2	Einteilung der Fertigungsverfahren	11	Umwandlung von Roheisen in Stahl	57
1.3.3	Fertigungsablauf	14	Stahlherstellung mit dem Sauerstoffbläs-Verfahren	57
1.4	Arbeitsschutz	15	Stahlherstellung mit dem Elektrostahl-Verfahren	57
1.4.1	Unfallverhütung	15	Nachbehandlung des flüssigen Stahls	58
1.4.2	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen	15	3.5.4 Verarbeitung zu Stahlerzeugnissen	58
1.4.3	Unfallursachen	16	Warmwalzen	59
1.4.4	Sicherheitszeichen	16	Rohrherstellung	60
1.5	Kennzeichnen und Anreißen	17	Kaltumformen	60
1.5.1	Maßübertragung aus Zeichnungen	17	3.7 Genormte Halbzeuge und ihre Bestellung	61
1.5.2	Anreißen und Körnen	18	3.8 Einteilung und Zusammensetzung der Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	62
1.5.3	Anreißarbeiten und -werkzeuge	19	3.9 Wichtige Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	63
2	Prüftechnik und Qualitätsmanagement	21	3.9.1 Stahlbaustähle	63
2.1	Grundlagen der Prüftechnik	21	3.9.2 Maschinenbaustähle	65
2.1.1	Vergleich Sollzustand – Istzustand	21	3.9.3 Stähle für Bleche und Band	67
2.1.2	Subjektives und objektives Prüfen	21	3.9.4 Nichtrostende Stähle	68
2.1.3	Prüfen – Messen – Lehren	22	3.9.5 Werkzeugstähle	69
2.1.4	Prüfarten	23	3.9.6 Gusseisenwerkstoffe und Stahlguss	70
2.1.5	Maßangaben	23	3.9.7 Werkstoffnummern	71
2.2	Toleranzen und Passungen	25	3.10 Der innere Aufbau der Metalle	72
2.2.1	Maßtoleranzen	26	3.10.1 Blick ins Werkstoffinnere	72
2.2.2	Grundbegriffe der Passungen	27	3.10.2 Kristallgittertypen der Metalle	73
2.2.3	ISO-Passungen	27	3.10.3 Entstehung des Metallgefüges	73
2.3	Prüfmittel	29	3.10.4 Innerer Aufbau und Eigenschaften	73
2.3.1	Einteilung der Prüfmittel	29	3.10.5 Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm und Gefügearten der unlegierten Stähle	74
2.3.2	Maßverkörperungen	30	3.11 Wärmebehandlung der Stähle	75
2.3.3	Anzeigende Messgeräte	31	3.11.1 Glühen	75
2.3.4	Lehren	37	3.11.2 Härteln	76
2.3.5	Hilfsmittel	39	3.11.3 Vergüten	77
2.4	Prüfabweichungen	40	3.11.4 Randschichthärteln	77
2.4.1	Systematische Abweichungen	40	3.12 Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	78
2.4.2	Zufällige Abweichungen	40	3.12.1 Kupfer und Kupferlegierungen	78
2.4.3	Größe der Abweichung	40	3.12.2 Aluminium und Aluminiumlegierungen	80
2.4.4	Ursachen von Prüfabweichungen	41	3.12.3 Weitere technisch wichtige Metalle	82
2.5	Auswahl der Prüfmittel – Messübung	42	3.13 Sinterwerkstoffe	83
2.6	Qualitätsmanagement	43	3.14 Korrosion und Korrosionsschutz	84
2.6.1	Der Qualitätsbegriff	43	3.14.1 Korrosionsursachen	84
2.6.2	Qualität als Unternehmensziel	44	3.14.2 Erscheinungsformen der Korrosion	85
2.6.3	Qualitätsplanung	46	3.14.3 Passivierung der Metalloberflächen	85
2.6.4	Qualitätslenkung	46	3.14.4 Einflüsse auf die Korrosionsbeständigkeit eines Bauteils	86
2.6.5	Qualitätssicherung	47		
2.6.6	Qualitätsverbesserung	47		
		50		

3.14.5	Korrosionsschutz durch Beschichten	86	4.5.2	Spannungserzeugung durch Induktion	111
3.14.6	Korrosionsschutz bei Maschinen	87	4.5.3	Elektrochemische Reaktionen	113
3.14.7	Katodischer Korrosionsschutz	87	4.5.4	Transformatoren	113
3.14.8	Korrosionsschutz von Al-Bauteilen	87	4.6	Messung elektrischer Größen	114
3.15	Kunststoffe (Plaste)	88	4.7	Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stroms	115
3.15.1	Eigenschaften und Verwendung	88	4.7.1	Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Organismus	116
3.15.2	Herstellung und innerer Aufbau	89	4.7.2	Fehler an elektrischen Anlagen	116
3.15.3	Einteilung	89	4.7.3	Schutzmaßnahmen	116
3.15.4	Thermoplaste	90	4.7.4	Arbeit mit elektrischen Anlagen	118
3.15.5	Duroplaste	91			
3.15.6	Elastomere	91			
3.16	Verbundwerkstoffe	92			
3.17	Hilfsstoffe	93	5	Steuerungstechnik	119
3.17.1	Schmierstoffe	93	5.1	Aufbau einer Steuerung	119
3.17.2	Kühlschmierstoffe	94	5.2	Steuerungsarten	120
3.18	Werkstoffprüfung	95	5.2.1	Analoge, binäre und digitale Steuerungen	120
3.18.1	Werkstattprüfungen	95	5.2.2	Verknüpfungssteuerungen	121
3.18.2	Zugversuch	96	5.2.3	Ablaufsteuerungen	122
3.18.3	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy	97	5.2.4	Mechanische Steuerungen	123
3.18.4	Technologische Prüfungen	97	5.2.5	Pneumatische Steuerungen	124
3.18.5	Härteprüfungen	98	5.2.6	Hydraulische Steuerungen	127
3.18.6	Untersuchungen des inneren Aufbaus der Werkstoffe	99	5.2.7	Elektrische Steuerungen	130
3.19	Umweltschutz und Gesundheitsvorsorge im Metallbetrieb	100	5.2.8	Speicherprogrammierbare Steuerungen	131
3.19.1	Umgang mit Werk- und Hilfsstoffen	100	5.2.9	Nummerische Steuerungen	132
3.19.2	Vermeiden von Schadstoffen	101	5.3	Beispiele für Steuerungen	133
3.19.3	Recycling und Entsorgung in metallverarbeitenden Betrieben	101	5.4	Lösung steuerungstechnischer Aufgaben	134
3.19.4	Gesundheitsgefährdende Stoffe im Metallbetrieb	103	5.5	Regelungen	136
3.20	Gesamt-Wiederholungsaufgaben	104	5.6	GRAFCET	137
4	Elektrotechnik	105	5.6.1	Erstellung	137
4.1	Grundbegriffe der Elektrotechnik	105	5.6.2	Elemente	138
4.1.1	Elektrischer Stromkreis	105	5.6.3	Transitionsbedingungen	139
4.1.2	Leitung der elektrischen Energie	105	5.6.4	Beispiel einer vereinfachten Ablaufsteuerung	140
4.1.3	Elektrischer Strom	106			
4.1.4	Elektrische Spannung	106			
4.1.5	Elektrischer Widerstand	106			
4.1.6	Ohm'sches Gesetz	107			
4.2	Schaltungarten	108	6	Technische Kommunikation	141
4.2.1	Reihenschaltung	108	6.1	Die Technische Zeichnung als Kommunikationsmittel	141
4.2.2	Parallelschaltung	108	6.1.1	Darstellungsarten	142
4.3	Leistung und Wirkungsgrad	109	6.1.2	Einzelteilzeichnungen	144
4.4	Wirkungen des elektrischen Stroms	110	6.1.3	Schnittdarstellung	148
4.4.1	Lichtwirkung	110	6.1.4	Bemaßung von Einzelteilen	149
4.4.2	Wärmewirkung	110	6.1.5	Gewindedarstellung	150
4.4.3	Magnetische Wirkung	110	6.1.6	Genormte Einzelteile	151
4.4.4	Chemische Wirkung	110	6.1.7	Gruppenzeichnungen	152
4.5	Bereitstellung elektrischer Energie	111	6.2	Tabellen und Diagramme	153
4.5.1	Elektrischer Strom und Magnetismus	111	6.2.1	Tabellen	153
			6.2.2	Diagramme	153
			6.3	Technische Kommunikation mithilfe von Plänen	154

7	Kommunikation und Präsentation	155
7.1	Die Sprache als Kommunikationsmittel	155
7.1.1	Das Erstellen von Protokollen	155
7.1.2	Referate und Vorträge	156
7.1.3	Referatserstellung	156
7.1.4	Der Vortrag des Referates	156
7.2	Kommunikation und Präsentation mithilfe von Präsentationssoftware	157
7.2.1	Einstellungen einer Präsentation	157
8	Kostenrechnung	161
8.1	Die Preisermittlung	161
8.1.1	Kostenarten	161
8.1.2	Kostenstellen	163
8.1.3	Kalkulation und Betriebsabrechnung	163
8.1.4	Die Zuschlagskalkulation	163
8.2	Preiskontrolle	163
8.3	Kontrolle der Wirtschaftlichkeit	164
8.4	Beispiel einer Preisermittlung	164

Lernfeld 1

9	Trennen	165
9.1	Grundlagen der Trennverfahren	165
9.2	Zerteilen	166
9.2.1	Keilschneiden	166
9.2.2	Scherschneiden	167
9.3	Thermisches Trennen	172
9.4	Spanen	173
9.4.1	Spanen mit dem Meißel	175
9.4.2	Sägen	176
9.4.3	Feilen	179
9.5	Bohren	181
9.5.1	Bohrvorgang	181
9.5.2	Bohrwerkzeug	181
9.5.3	Querschneide und Vorschubkraft	182
9.5.4	Spiralbohrertypen	182
9.5.5	Bohrerarten	183
9.5.6	Schneidstoffe der Bohrer	183
9.5.7	Verschleiß und Anschliff am Spiralbohrer	184
9.5.8	Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	185
9.5.9	Spannen der Werkzeuge	186
9.5.10	Spannen der Werkstücke	186
9.5.11	Arbeitsregeln – Unfallverhütung	187
9.5.12	Bohrmaschinen	187
9.6	Senken	189
9.6.1	Arten und Verwendung von Senkern	189
9.6.2	Arbeitsregeln	189

9.7	Reiben	190
9.7.1	Die Spanabnahme beim Reiben	190
9.7.2	Reibwerkzeug	190
9.7.3	Arten und Verwendung von Reibbahnen	191
9.7.4	Arbeitsregeln – Unfallverhütung	192
9.8	Gewindeschneiden	192
9.8.1	Innengewindeschneiden von Hand	193
9.8.2	Gewindebohrer	193
9.8.3	Winkel an der Schneide	194
9.8.4	Arbeitsregeln zum Innengewindeschneiden von Hand	194
9.8.5	Arbeitsregeln zum Innengewindeschneiden auf der Bohrmaschine	194
9.8.6	Maschinengewindebohrer	195
9.8.7	Außengewindeschneiden von Hand	195
9.8.8	Werkzeuge zum Außengewindeschneiden	196
9.8.9	Arbeitsregeln zum Außengewindeschneiden	196

10	Umformen	197
10.1	Einteilung der Umformverfahren	197
10.2	Technologische Grundlagen	198
10.2.1	Vorgänge im Gefüge	198
10.2.2	Einfluss der Temperatur	199

10.3	Biegen	200
10.3.1	Technologische Grundlagen	200
10.3.2	Biegen von Rohren	201
10.3.3	Biegen von Profilen	202
10.4	Richten	203
10.4.1	Richten von Hand	203
10.4.2	Richten durch Wärme	204
10.4.3	Spannen von Blech	204

10.5	Blechbearbeitungsverfahren	205
10.5.1	Technologische Grundlagen	205
10.5.2	Biegeumformen	206
10.5.3	Zuschnittslängen	208
10.5.4	Tiefziehen	208
10.5.5	Runden	209
10.5.6	Schweißen	210
10.5.7	Einziehen	211
10.5.8	Bördeln	211
10.5.9	Falzen	212
10.5.10	Blechversteifungen	213

10.6	Projektaufgaben Computergehäuse	215
10.7	Projektaufgaben Kardangelenk	217

Lernfeld 2

11	Maschinen, Anlagen und Geräte	219
11.1	Systemtechnische Grundlagen	219
11.1.1	Funktionen technischer Systeme	219

11.2	Stoffverarbeitung im technischen System Werkzeugmaschine	221
11.2.1	Antriebe	222
11.2.2	Bewegungsenergie übertragende und/oder wandelnde Bauteile	222
11.2.3	Tragende und stützende Bauteile	224
11.2.4	Halte- und Spannvorrichtungen	225
11.2.5	Informationsverarbeitende Bauteile	226
11.2.6	Systemübersicht Bohrmaschine	226

12 Spanende Fertigung mit Werkzeugmaschinen 227

12.1	Bewegungen an Werkzeugmaschinen	227
12.2	Einflussgrößen der Zerspanung	228
12.3	Drehen	229
12.3.1	Drehvorgang – Drehverfahren	229
12.3.2	Drehwerkzeug	230
12.3.3	Drehmeißelarten	231
12.3.4	Schneidstoffe der Drehmeißel	231
12.3.5	Schnittgeschwindigkeit beim Drehen	232
12.3.6	Spannen der Werkzeuge	233
12.3.7	Spannen der Werkstücke	233
12.3.8	Drehmaschinen	234
12.4	Fräsen	236
12.4.1	Fräswerkzeuge	236
12.4.2	Arbeitsbewegungen	237
12.4.3	Einteilung der Fräsvorfahren	237
12.4.4	Arten der Fräser	238
12.4.5	Arbeit an Fräsmaschinen	239
12.5	Schleifen	242
12.5.1	Schleifwerkzeuge	242
12.5.2	Zerspanungsvorgang	244
12.5.3	Arbeit mit Schleifwerkzeugen	244
12.5.4	Schleifmaschinen und -verfahren	245
12.6	Projektaufgaben handgeführtes Gelenk – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	246

Lernfeld 3

13 Fügen 249

13.1	Physikalische Grundlagen	249
13.1.1	Kräfte und Kraftdarstellung	249
13.1.2	Gewichtskräfte	250
13.1.3	Reibungskräfte	250
13.1.4	Kräfte am Hebel	252
13.1.5	Arbeit, Energie, Leistung	252
13.1.6	Wirkungsgrad	253
13.2	Einteilung und Wirkweise	254
13.3	Schraubverbindung	255

13.3.1	Wirkweise der Schraubverbindungen	255
13.3.2	Einteilung der Gewinde	257
13.3.3	Elemente der Schraubverbindungen	260
13.3.4	Auswahl der Schraubverbindungen	263
13.3.5	Schraubenwerkzeuge	264

13.4	Stift- und Bolzenverbindung	265
13.5	Keilverbindung	267
13.6	Federverbindung	268
13.7	Nieten	269
13.7.1	Nietarten	269
13.7.2	Kaltnieten	270
13.7.3	Warmnieten	270
13.8	Löten	271
13.8.1	Vorgänge beim Löten	271
13.8.2	Löttemperatur	272
13.8.3	Lötverfahren	273
13.8.4	Lote	273
13.8.5	Flussmittel	274
13.8.6	Erwärmung der Lötstelle	275
13.8.7	Arbeitstechniken beim Löten	275
13.9	Kleben	277
13.9.1	Wirkweise der Klebeverbindung	277
13.9.2	Klebstoffe für Metalle	277
13.9.3	Gestaltung und Herstellung der Klebeverbindung	278
13.9.4	Anwendungsbereiche	279
13.10	Schweißen	280
13.10.1	Pressschweißverfahren	280
13.10.2	Schmelzschweißverfahren	280
13.10.3	Gasschmelzschweißen	281
13.10.4	Lichtbogen-Schmelzschweißverfahren	286
13.10.5	Metall-Lichtbogenschweißen	288
13.10.6	Schutzgas-Schweißverfahren	290
13.11	Pressverbindungen	291
13.12	Rohrleitungen	292
13.12.1	Rohrarten	292
13.12.2	Rohrverbindungen	292
13.12.3	Rohrbefestigungen	293
13.13	Projektaufgaben Bohrvorrichtung	294
13.14	Projektaufgaben Werkstattwagen	297

Lernfeld 4

14 Warten von Maschinen und Geräten 299

14.1	Grundbegriffe der Instandhaltung	300
14.2	Instandhaltungskonzepte	301
14.3	Wartung	302
14.4	Inspektion	305
14.5	Instandsetzung	306
14.6	Verbesserungen	307
14.7	Reibung und Verschleiß	308
14.8	Pflege der Kühlenschmierstoffe	309
14.9	Projektaufgaben Drehmaschine	311
Sachwortverzeichnis		313
Verzeichnis wichtiger DIN-Normen und Bestimmungen		326
Bildquellenverzeichnis		327