

Einführung:	
Der Arbeitsplatz in der Metallwerkstatt . . .	1
Die Werkbank	1
Der Schraubstock	2

I Fertigungstechnik/Fertigungsprozesse

1 Trennen	3
1.1 Winkel und Flächen am Schneidkeil . .	3
1.2 Spanbildung und Spanarten	5
1.3 Spanende Fertigung von Bauteilen mit handgeführten Werkzeugen	6
1.3.1 Meißeln	6
1.3.2 Sägen	8
1.3.3 Feilen	11
1.4 Spanende Fertigung von Bauteilen mit Maschinen	14
1.4.1 Bewegungen an spanenden Werkzeugmaschinen	14
1.4.2 Kühlschmierstoffe	15
1.4.3 Anreißen	16
1.4.4 Bohren	17
1.4.5 Senken	22
1.4.6 Reiben	23
1.4.7 Gewindeschneiden	24
1.4.8 Drehen	27
1.4.9 Fräsen	33
1.4.10 Schleifen	39
1.4.11 Zerteilen	41
1.4.11.1 Scherschneiden	41
1.4.11.2 Messer- und Beißschneiden . .	45
1.5 Bearbeitungszentren	47
2 Umformen	49
2.1 Umformen durch Biegen	49
2.2 Drahtziehen durch Zug-Druck- Umformen	55
2.2.1 Produkte aus Draht	55
2.2.2 Drahtherstellung	56
2.2.3 Drahtziehmaschinen	58
3 Urformen	61
3.1 Spritzgießen	61
3.2 Extrudieren	64

II Prüftechnik

1 Prüfen und Prüfmittel	67
2 Toleranzen	68
2.1 Einzelmaße mit Toleranzangaben	68
2.2 Allgemeintoleranzen	69
2.3 ISO-Toleranzen	70

3 Messgeräte	72
3.1 Strichmaßstäbe	72
3.2 Messschieber	73
3.3 Winkelmesser	77
3.4 Messschrauben	78
3.5 Messuhren	79
4 Lehren	80
4.1 Formlehren	80
4.2 Maßlehren	80
4.3 Grenzlehren	80
5 Endmaße	83
6 Prüfprotokoll	83

III Werkstofftechnik

1 Einsatz und Einteilung von Werkstoffen	87
1.1 Einsatz von Werkstoffen	87
1.2 Einteilung von Werkstoffen	88
2 Eigenschaften von Werkstoffen	88
2.1 Mechanische Eigenschaften	89
2.2 Physikalische Eigenschaften	91
2.3 Chemische Eigenschaften	91
2.4 Fertigungsbezogene Eigenschaften . . .	92
3 Metallische Werkstoffe	94
3.1 Aufbau metallischer Werkstoffe	94
3.2 Werkstoffverhalten	96
3.3 Eisenmetalle	97
3.3.1 Wärmebehandlung von Eisen- werkstoffen	107
3.3.2 Glühen von Eisenwerkstoffen . .	108
3.3.3 Härten	110
3.4 Nicht-Eisen-Metalle	111
3.4.1 Aluminium und Aluminium- legierungen	112
3.4.2 Kupfer und Kupferlegierungen . .	114
3.4.3 Blei und Bleilegierungen	116
3.4.4 Zink und Zinklegierungen	116
3.4.5 Zinn (Sn) und Zinn- Legierungen	117
4 Nichtmetalle und Verbundstoffe	117
4.1 Kunststoffe	117
4.2 Verbundwerkstoffe	120
4.3 Keramische Werkstoffe	121
4.4 Fertigungshilfsstoffe	121
5 Entsorgung und Recycling	121

IV Automatisierungsprozesse

1	Entwicklungen der Automatisierung	122
1.1	Handhabungsgeräte	123
1.2	Industrieroboter	124
2	Steuerungstechnische Begriffe	127
2.1	Steuern	127
2.2	Regeln	127
2.3	Steuerungsarten	128
2.4	Signale	129
2.5	Prozessdarstellung	131
3	Planung einer Steuerung	132
3.1	Funktionsplan (Logikplan)	133
3.2	Funktionstabellen	133
3.3	GRAFSET	134
4	Grundlagen der Pneumatik	135
4.1	Druckluft	135
4.2	Pneumatische Bauteile	137
4.2.1	Wartungseinheit	137
4.2.2	Ventile	138
4.2.3	Zylinder	144
4.3	Pneumatische Schaltungen	146
4.4	Montage pneumatischer Einrichtungen	150
5	Grundlagen der Elektropneumatik	151
5.1	Elektrische Steuerung	151
5.2	Elektropneumatische Bauteile	151
5.2.1	Elektropneumatische Ventile	151
5.2.2	Zylinder	152
5.2.3	Signalgeber in der Elektropneumatik	152
6	Hydraulik	161
6.1	Vergleich von Pneumatik und Hydraulik	161
6.2	Aufbau einer Hydraulikanlage	162
6.2.1	Bauteile der Hydraulikanlage	163

V Montageprozesse

1	Fertigungsprozesse	173
2	Hebezeuge	178
2.1	Anschlagen von Lasten	180
2.2	Sicherheitseinrichtungen	182
3	Montagetechnik	183
3.1	Verbindungsarten	184

3.1.1	Bewegliche und starre Verbindungen	184
3.1.2	Kraft-, form- und stoffschlüssige Verbindungen	184
3.1.3	Lösbare und unlösbare Verbindungen	186
3.2	Fügeverfahren, Werkzeuge und Vorrichtungen für die Montage	187
3.2.1	Fügen durch Kraftschluss	187
3.2.1.1	Schraubenverbindungen	187
3.2.1.2	Klemmverbindungen	195
3.2.1.3	Pressverbindungen	195
3.2.2	Fügen durch Formschluss	196
3.2.2.1	Bolzenverbindungen	197
3.2.2.2	Stiftverbindungen	197
3.2.2.3	Nietverbindungen durch Blindnieten	199
3.2.2.4	Welle-Nabe-Verbindung	199
3.2.3	Fügen durch Stoffschluss	204
3.2.3.1	Kleben	204
3.2.3.2	Löten	208
3.2.3.3	Schweißen	214
3.2.4	Trennverfahren	230
3.2.4.1	Brennschneiden	230
3.2.4.2	Plasmaschneiden	232
3.2.4.3	Laserstrahlschneiden	233
3.2.4.4	Wasserstrahlschneiden	235

VI Instandhaltungsprozesse

1	Grundlagen	237
2	Sicheres Instandhalten	238
3	Wartung	242
3.1	Bedeutung der Beachtung der Hinweise zum Umweltschutz	244
3.2	Wartungsplan	245

VII Technische Kommunikation

1	Technische Unterlagen	250
1.1	Darstellungsarten (Foto, Produktbeschreibung, Explosions- zeichnung, Räumliche Darstellung, Gesamtzeichnung, Stückliste,...)	250
2	Normen in technischen Zeichnungen	255
2.1	Maßeintragungen	258
2.1.1	Flache Werkstücke	261
2.1.2	Zylindrische Werkstücke	263
2.1.3	Räumliche „kantige“ Werkstücke	265

2.2 Toleranzen	270	3 Lösen von Textaufgaben	305
2.2.1 Allgointoleranzen	270	4 Umgang mit dem Taschenrechner	307
2.2.2 Maßtoleranzen	270	4.1 Werteeingabe	307
2.2.3 Passungen	270	4.2 Grundrechenarten	307
2.2.4 Form- und Lagetoleranzen	270	4.3 Potenzieren	309
2.3 Schnittdarstellungen	272	4.4 Radizieren (Wurzelziehen)Wurzel- berechnung	309
(Schnitt, Halbschnitt, Teilschnitt, besondere Schnittverläufe)		4.5 Prozentrechnen	310
2.4 Gewinde	277	5 Einheiten umrechnen	310
2.5 Oberflächenangaben	279	6 Formeln umstellen	312
2.6 Genormte Bauteile	280	7 Geometrie	313
2.6.1 Schrauben	280	7.1 Flächenberechnungen	313
2.6.2 Muttern	282	7.2 Lehrsatz des Pythagoras	314
2.6.3 Scheiben	282	7.3 Volumenberechnungen	316
2.6.4 Passfedern	283	8 Massenberechnungen	318
2.6.5 Scheibefedern	283	9 Diagramme und Schaubilder	319
2.6.6 Lager	283	9.1 Liniendiagramm	319
2.7 Darstellungen vonSchweiß- verbindungen	284	9.2 Säulendiagramm, Balkendiagramm .	319
3 Gruppen- und Gesamtzeichnungen	285	9.3 Kreisdiagramm	320
3.1 Zeichnungslesen	287	10 Bewegungen	320
4 Einrichten von Maschinen	289	10.1 Geradlinige gleichförmige Bewegung	320
VIII Qualitätsmanagement		10.2 Gleichförmige Drehbewegung	322
1 Qualitätsbegriff	291	10.3 Beschleunigte Bewegung	323
2 Ziele des Qualitätsmanagements	292	11 Kräfte und ihre Wirkungen	324
2.1 Objektive Qualität	293	12 Hebel	326
2.2 Subjektive Qualität	293	13 Arbeit und Energie	329
2.3 Messbare Qualitätsmerkmale	293	14 Leistung	331
3 Qualitätssicherung (QS)	293	15 Wirkungsgrad	333
3.1 Fehler	293	15.1 Gesamtwirkungsgrad	333
3.2 Produkthaftung	294	16 Druckwirkungen (Flächenpressung)	334
3.3 Rückverfolgbarkeit	294	17 Getriebe	336
4 Kontinuierlicher Verbesserungs- prozess (KVP)	294	17.1 Riementriebe	336
5 Qualitätsregelkarte (QRK)	295	17.2 Zahnradgetriebe	338
5.1 Aufbau einer Qualitätsregelkarte	297	Anhang – Tabellen	340
5.2 Qualitätsbeeinflussende Größen	299	Sachwortregister	342
5.3 Berechnungen	299	Bildquellenverzeichnis	353
IX Fachrechnen			
1 Grundrechenarten	302		
2 Bruchrechnen	304		