

Metallbau und Fertigungstechnik Grundbildung

von

Oliver Bergner, Michael Fehrmann, Manfred Hahn, Thomas Hillebrand, Eckhard Ignatowitz, Ullrich Kinz, Manfred Kluge, Gerhard Lämmlin, Armin Steinmüller

1. Auflage

Europa Lehrmittel 2007

Verlag C.H. Beck im Internet:

www.beck.de

ISBN 978 3 8085 1139 8



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

METALLTECHNIK

Metallbau- und Fertigungstechnik

Grundbildung

9. erweiterte Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren
Lektorat: Manfred Kluge

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 10013

Autoren

Bergner, Oliver	Dipl.-Berufspädagoge	Dresden
Fehrmann, Michael	Dipl.-Ing. (FH), Oberstudienrat	Waiblingen
Hahn, Manfred	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Wipperfürth
Hillebrand, Thomas	Studiendirektor	Wipperfürth
Ignatowitz, Eckhard	Dr. Ing., Studienrat	Waldbronn
Kinz, Ullrich	Studiendirektor	Groß-Umstadt
Kluge, Manfred	Dipl.-Ing., Oberstudiendirektor	Schorndorf
Lämmlein, Gerhard	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Neustadt/Wstr.
Steinmüller, Armin	Dipl.-Ing.	Hamburg

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Manfred Kluge, Schorndorf

Für die Mitarbeit an der 1. bis 4. Auflage des Buches dankt der Arbeitskreis Herrn Jürgen Husemann und Herrn Volker Schmidt; für wertvolle Beiträge zur Erarbeitung der Konzeption Herrn Holger Schödder. Für die Leitung des Arbeitskreises und das Lektorat an der 1. bis 8. Auflage des Buches danken die Autoren Herrn Armin Steinmüller.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG,
73760 Ostfildern

Die Textgestaltung des Buches folgt den **amtlichen Rechtschreibregeln**.

Diesem Buch wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter und die VDI/VDE-Richtlinien zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter und die VDI/VDE-Richtlinien selbst.

Verlag für die DIN-Blätter: Beuth-Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin.

Verlag für die VDE-Bestimmungen: VDE-Verlag GmbH, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin.

9. Auflage 2007

Druck 5 4 3

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1139-8

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

Umschlaggestaltung: Michael M. Kappenstein, 60594 Frankfurt a. M.

© 2007 by Schul- und Fachbuchverlag, Nourney, Vollmer GmbH & Co.KG, 42781 Haan-Gruiten,
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Meis satz&more, 59469 Ense

Druck: B.o.s.s Druck und Medien GmbH, 47574 Goch

Dieses Lehrbuch ist eine elementare, für den Unterricht in berufsbildenden Schulen verfasste Einführung in die Technologie der Metallbearbeitung. Es enthält die in den Lehrplänen vorgesehenen fachkundlichen Inhalte der **Grundbildung im Berufsfeld Metalltechnik** der handwerklichen und industriellen Metallberufe des ersten Berufsschuljahres.

Um am Ende des ersten Schuljahres eine Schwerpunktbildung zu ermöglichen, wurden sowohl für die Installations- und Metallbautechnik als auch für die industrielle Fertigungstechnik die entsprechenden Unterrichtsinhalte gegenüber den Mindestanforderungen etwas erweitert. Großer Wert wurde auf eine verständliche und verhältnismäßig umfassende Einführung in die Werkstofftechnik gelegt.

Neben der Erfüllung der Lehrplananforderungen der Fachtheorie wird im ganzen Buch darauf geachtet, dass die in der praktischen Ausbildung erlernten Fertigkeiten in einem sinnvollen Zusammenhang mit den Erkenntnissen der Technologie dargestellt werden. Die aus der allgemeinbildenden Schule bekannten naturwissenschaftlichen Grundlagen werden dort kurz wiederholt, wo sie für das Verständnis der technologischen Zusammenhänge benötigt werden.

Um dem Schüler eine leichte Nachbereitung des Unterrichts zu ermöglichen, ist der Text in überschaubare Lerneinheiten gegliedert. Größeren thematischen Bereichen werden Unfallschutzhinweise, Arbeitsregeln und Verständnisfragen angeschlossen. Wesentliche Begriffe und Wissensinhalte werden als Merksätze oder Formeln hervorgehoben. Mehr als 1200 Bilder, Übersichten und Tabellen unterstützen die Aussagen der Texte.

Als ein Basis-Lehrgang der Metall-Technologie kann dieses Buch auch in **Fachoberschulen, Technischen Gymnasien und Berufsfachschulen** eingesetzt werden. Dem Studierenden, der von der allgemeinbildenden Schule direkt zur Hochschule geht, bietet es einen hilfreichen Einstieg in die **Grundlagen der Fertigungs- und Werkstofftechnik**.

Die jetzt vorliegende **9. Auflage** wurde nach Lernfeldern gegliedert. Lernfeldübergreifende Themen wurden im ersten Abschnitt (Kapitel 1 bis 8) zusammengefasst. Die Inhalte für das Lernfeld 4 „**Warten technischer Systeme**“ wurde neu angefügt. Die im Lehrplan neu enthaltenen Inhalte zur **Präsentation** und zum **Kostenrechnen** wurden als eigenständige Kapitel im Abschnitt lernfeldübergreifende Themen aufgenommen. Das Stichwortverzeichnis wurde zweisprachig angelegt.

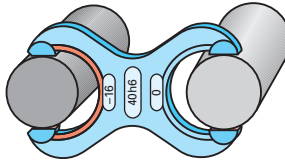
Als Informationsquelle beim Unterricht auf der Basis von **Lernfeldern** lässt sich dieses Buch gut gebrauchen, denn alle wesentlichen Technologie-Lerninhalte der Metalltechnik – Grundbildung sind leicht zu finden. Zum Lesen von Zeichnungen und für die Grundlagen der Technischen Mathematik sei auf die entsprechenden Lehrbücher verwiesen – Rechen- und Zeichenbeispiele finden sich aber auch hier in den technologisch dafür infrage kommenden Abschnitten.

Autoren und Verlag danken unseren Lesern für ihre kritischen Hinweise und bitten sie, auch in Zukunft die Weiterentwicklung dieses Buches mit Verbesserungsvorschlägen zu unterstützen.

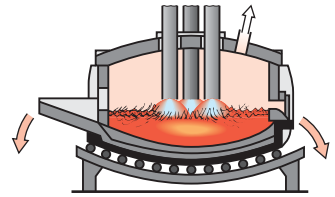
Arbeitsschutz



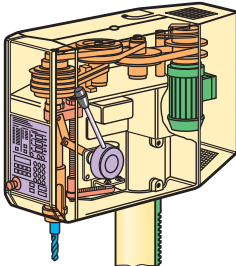
Prüfen



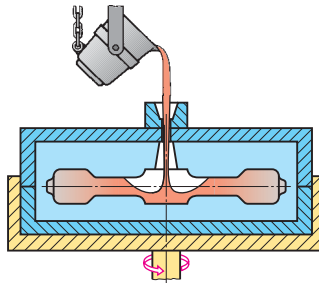
Werkstoffe



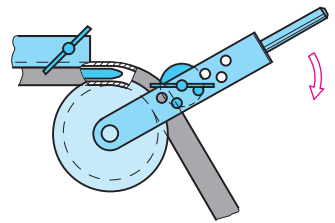
Maschinentechnik



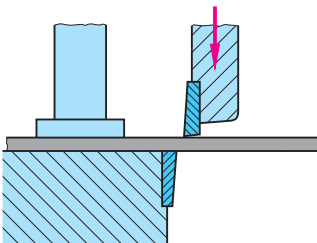
Urformen



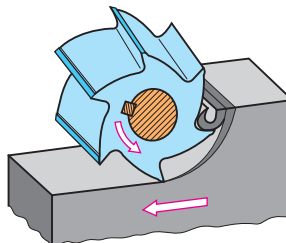
Umformen



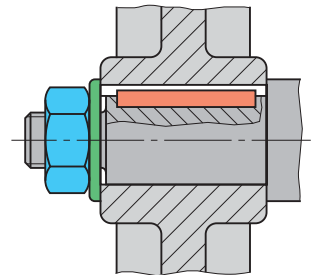
Zerteilen



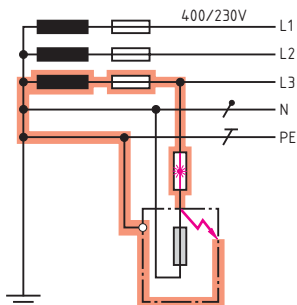
Spanen



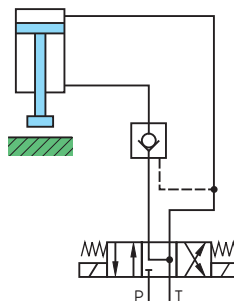
Fügen



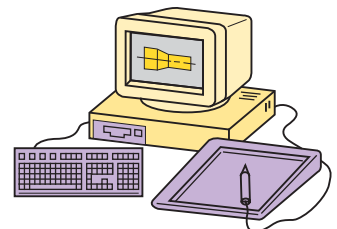
Elektrotechnik



Steuerungstechnik



Informatik



Inhaltsverzeichnis

Lernfeldübergreifende Fachgebiete

1	Einführung in die Fertigungstechnik	9
1.1	Die Fertigung im Betrieb	9
1.2	Das Berufsfeld Metalltechnik	10
1.3	Grundlagen der Fertigungstechnik	11
1.3.1	Struktur der Fertigungstechnik	11
1.3.2	Einteilung der Fertigungsverfahren	11
1.3.3	Fertigungsablauf	14
1.4	Arbeitsschutz	15
1.4.1	Unfallverhütung	15
1.4.2	Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen	15
1.4.3	Unfallursachen	16
1.4.4	Sicherheitszeichen	16
1.5	Kennzeichnen und Anreißen	17
1.5.1	Maßübertragung aus Zeichnungen	17
1.5.2	Anreißen und Körnen	18
1.5.3	Anreißarbeiten und -werkzeuge	19
2	Prüftechnik und Qualitätsmanagement	21
2.1	Grundlagen der Prüftechnik	21
2.1.1	Vergleich Sollzustand – Istzustand	21
2.1.2	Subjektives und objektives Prüfen	21
2.1.3	Prüfen – Messen – Lehren	22
2.1.4	Prüfarten	23
2.1.5	Maßangaben	23
2.2	Toleranzen und Passungen	25
2.2.1	Maßtoleranzen	26
2.2.2	Grundbegriffe der Passungen	27
2.2.3	ISO-Passungen	27
2.3	Prüfmittel	29
2.3.1	Einteilung der Prüfmittel	29
2.3.2	Maßverkörperungen	30
2.3.3	Anzeigende Messgeräte	31
2.3.4	Lehren	37
2.3.5	Hilfsmittel	39
2.4	Prüfabweichungen	40
2.4.1	Systematische Abweichungen	40
2.4.2	Zufällige Abweichungen	40
2.4.3	Größe der Abweichung	40
2.4.4	Ursachen von Prüfabweichungen	41
2.5	Auswahl der Prüfmittel – Messübung	42
2.6	Qualitätsmanagement	43
2.6.1	Der Qualitätsbegriff	43
2.6.2	Qualität als Unternehmensziel	44
2.6.3	Qualitätsplanung	46
2.6.4	Qualitätslenkung	46
2.6.5	Qualitätssicherung	47
2.6.6	Qualitätsverbesserung	50

3	Werkstofftechnik	51
3.1	Einteilung der Werkstoffe	51
3.2	Werkstoffeigenschaften	52
3.3	Rohstoffe, Hilfsstoffe, Werkstoffe	55
3.4	Roheisengewinnung	56
3.5	Stahlherstellung	57
3.5.1	Umwandlung von Roheisen in Stahl	57
3.5.2	Stahlherstellung mit dem Sauerstoffblas-Verfahren	57
3.5.3	Stahlherstellung mit dem Elektrostahl-Verfahren	57
3.5.4	Nachbehandlung des flüssigen Stahls	58
3.6	Verarbeitung zu Stahlerzeugnissen	58
3.6.1	Warmwalzen	59
3.6.2	Rohrherstellung	60
3.6.3	Kaltumformen	60
3.7	Genormte Halbzeuge und ihre Bestellung	61
3.8	Einteilung und Zusammensetzung der Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	62
3.9	Wichtige Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	63
3.9.1	Stahlbaustähle	63
3.9.2	Maschinenbaustähle	65
3.9.3	Stähle für Bleche und Band	67
3.9.4	Nichtrostende Stähle	68
3.9.5	Werkzeugstähle	69
3.9.6	Gusseisenwerkstoffe und Stahlguss	70
3.9.7	Werkstoffnummern	71
3.10	Der innere Aufbau der Metalle	72
3.10.1	Blick ins Werkstoffinnere	72
3.10.2	Kristallgittertypen der Metalle	73
3.10.3	Entstehung des Metallgefüges	73
3.10.4	Innere Aufbau und Eigenschaften	73
3.10.5	Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm und Gefügetypen der unlegierten Stähle	74
3.11	Wärmebehandlung der Stähle	75
3.11.1	Glühen	75
3.11.2	Härten	76
3.11.3	Vergüten	77
3.11.4	Randschichthärtungen	77
3.12	Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	78
3.12.1	Kupfer und Kupferlegierungen	78
3.12.2	Aluminium und Aluminiumlegierungen	80
3.12.3	Weitere technisch wichtige Metalle	82
3.13	Sinterwerkstoffe	83
3.14	Korrosion und Korrosionsschutz	84
3.14.1	Korrosionsursachen	84
3.14.2	Erscheinungsformen der Korrosion	85
3.14.3	Passivierung der Metalloberflächen	85
3.14.4	Einflüsse auf die Korrosionsbeständigkeit eines Bauteils	86

3.14.5	Korrosionsschutz durch Beschichten . . .	86
3.14.6	Korrosionsschutz bei Maschinen	87
3.14.7	Katodischer Korrosionsschutz	87
3.14.8	Korrosionsschutz von Al-Bauteilen	87
3.15	Kunststoffe (Plaste)	88
3.15.1	Eigenschaften und Verwendung	88
3.15.2	Herstellung und innerer Aufbau	89
3.15.3	Einteilung	89
3.15.4	Thermoplaste	90
3.15.5	Duroplaste	91
3.15.6	Elastomere	91
3.16	Verbundwerkstoffe	92
3.17	Hilfsstoffe	93
3.17.1	Schmierstoffe	93
3.17.2	Kühlschmierstoffe	94
3.18	Werkstoffprüfung	95
3.18.1	Werkstattprüfungen	95
3.18.2	Zugversuch	96
3.18.3	Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy . .	97
3.18.4	Technologische Prüfungen	97
3.18.5	Härteprüfungen	98
3.18.6	Untersuchungen des inneren Aufbaus der Werkstoffe	99
3.19	Umweltschutz und Gesundheits- vorsorge im Metallbetrieb	100
3.19.1	Umgang mit Werk- und Hilfsstoffen . . .	100
3.19.2	Vermeiden von Schadstoffen	101
3.19.3	Recycling und Entsorgung in metall- verarbeitenden Betrieben	101
3.19.4	Gesundheitsgefährdende Stoffe im Metallbetrieb	103
3.20	Gesamt-Wiederholungsaufgaben	104

4 Elektrotechnik 105

4.1	Grundbegriffe der Elektrotechnik	105
4.1.1	Elektrischer Stromkreis	105
4.1.2	Leitung der elektrischen Energie	105
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	Schaltungsarten	108
4.2.1	Reihenschaltung	108
4.2.2	Parallelschaltung	108
4.3	Leistung und Wirkungsgrad	109
4.4	Wirkungen des elektrischen Stromes . . 110	
4.4.1	Lichtwirkung	110
4.4.2	Wärmewirkung	110
4.4.3	Magnetische Wirkung	110
4.4.4	Chemische Wirkung	110
4.5	Bereitstellung elektrischer Energie . . . 111	
4.5.1	Elektrischer Strom und Magnetismus . .	111

4.5.2	Spannungserzeugung durch Induktion . 111
4.5.3	Elektrochemische Reaktionen 113
4.5.4	Transformatoren 113
4.6	Messung elektrischer Größen 114
4.7	Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stroms 115
4.7.1	Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Organismus . . . 116
4.7.2	Fehler an elektrischen Anlagen 116
4.7.3	Schutzmaßnahmen 116
4.7.4	Arbeit mit elektrischen Anlagen 118

5 Steuerungstechnik 119

5.1	Aufbau einer Steuerung 119
5.2	Steuerungsarten 120
5.2.1	Analoge, binäre und digitale Steuerungen 120
5.2.2	Verknüpfungssteuerungen 121
5.2.3	Ablaufsteuerungen 122
5.2.4	Mechanische Steuerungen 123
5.2.5	Pneumatische Steuerungen 124
5.2.6	Hydraulische Steuerungen 127
5.2.7	Elektrische Steuerungen 130
5.2.8	Speicherprogrammierbare Steuerungen 131
5.2.9	Numerische Steuerungen 132
5.3	Beispiele für Steuerungen 133
5.4	Lösung steuerungstechnischer Aufgaben 134
5.5	Regelungen 136

6 Kommunikation und Präsentation . . 137

6.1	Das Erstellen von Protokollen 137
6.1.1	Formen des Protokolles 137
6.1.2	Aufbau eines Protokolles 137
6.1.3	Erstellen eines Protokolles 138
6.2	Referate und Vorträge 138
6.2.1	Referaterstellung 138
6.2.2	Der Vortrag des Referats 138
6.3	Präsentation mithilfe von Präsentationssoftware 139
6.3.1	Einstellungen einer Präsentation 139

7 Grundlagen der Informationstechnik 143

7.1	Geschichtliche Entwicklung 143
7.2	Einsatzgebiete der Datenverarbeitung . 143
7.3	Eigenschaften von Computern 144

7.4	Arbeitsweise von Datenverarbeitungsanlagen	144
7.5	Aufbau eines Computers	145
7.5.1	Eingabegeräte	146
7.5.2	Ausgabegeräte	146
7.5.3	Ein/Ausgabegeräte	146
7.6	Windows als Betriebssystem-erweiterung	147
7.7	Arbeiten mit Standardprogrammen	148
7.7.1	Office-Anwendungen	148
7.7.2	Technische Anwendungssoftware	154
7.8	Auswirkungen der neuen Technologien	156
7.8.1	Veränderungen im Arbeitsbereich	156
7.8.2	Datenschutz	156
8	Kostenrechnung	157
8.1	Die Preisermittlung	157
8.1.1	Kostenarten	157
8.1.2	Kostenstellen	159
8.1.3	Kalkulation und Betriebsabrechnung	159
8.1.4	Die Zuschlagskalkulation	159
8.2	Preiskontrolle	159
8.3	Kontrolle der Wirtschaftlichkeit	160
8.4	Beispiel einer Preisermittlung	160

Lernfeld 1

9	Trennen	161
9.1	Grundlagen der Trennverfahren	161
9.2	Zerteilen	162
9.2.1	Keilschneiden	162
9.2.2	Scherschneiden	163
9.3	Thermisches Trennen	168
9.4	Spanen	169
9.4.1	Spanen mit dem Meißel	171
9.4.2	Sägen	172
9.4.3	Feilen	175
9.5	Bohren	177
9.5.1	Bohrvorgang	177
9.5.2	Bohrwerkzeug	177
9.5.3	Querschneide und Vorschubkraft	178
9.5.4	Spiralbohrertypen	178
9.5.5	Bohrerarten	179
9.5.6	Schneidstoffe der Bohrer	179
9.5.7	Verschleiß und Anschliff am Spiralbohrer	180
9.5.8	Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	181
9.5.9	Spannen der Werkzeuge	182
9.5.10	Spannen der Werkstücke	182
9.5.11	Arbeitsregeln – Unfallverhütung	183
9.5.12	Bohrmaschinen	183

9.6	Senken	185
9.6.1	Arten und Verwendung von Senkern	185
9.6.2	Arbeitsregeln	185
9.7	Reiben	186
9.7.1	Die Spanabnahme beim Reiben	186
9.7.2	Reibwerkzeug	186
9.7.3	Arten und Verwendung von Reibahlen	187
9.7.4	Arbeitsregeln – Unfallverhütung	188
9.8	Gewindeschneiden	188
9.8.1	Innengewindeschneiden von Hand	189
9.8.2	Gewindebohrer	189
9.8.3	Winkel an der Schneide	190
9.8.4	Arbeitsregeln zum Innengewinde-schneiden von Hand	190
9.8.5	Arbeitsregeln zum Innengewinde-schneiden auf der Bohrmaschine	190
9.8.6	Maschinengewindebohrer	191
9.8.7	Außengewindeschneiden von Hand	191
9.8.8	Werkzeuge zum Außengewinde-schneiden	192
9.8.9	Arbeitsregeln zum Außengewinde-schneiden	192

10 Umformen 193

10.1	Einteilung der Umformverfahren	193
10.2	Technologische Grundlagen	194
10.2.1	Vorgänge im Gefüge	194
10.2.2	Einfluss der Temperatur	195
10.3	Biegen	196
10.3.1	Technologische Grundlagen	196
10.3.2	Biegen von Rohren	197
10.3.3	Biegen von Profilen	198
10.4	Richten	199
10.4.1	Richten von Hand	199
10.4.2	Richten durch Wärme	200
10.4.3	Spannen von Blech	200
10.5	Blechbearbeitungsverfahren	201
10.5.1	Technologische Grundlagen	201
10.5.2	Biegeumformen	202
10.5.3	Zuschnittlängen	204
10.5.4	Tiefziehen	204
10.5.5	Runden	205
10.5.6	Schweißen	206
10.5.7	Einziehen	207
10.5.8	Bördeln	207
10.5.9	Falzen	208
10.5.10	Blechversteifungen	209
10.6	Projektaufgaben Computergehäuse	211

Lernfeld 2

11	Maschinen, Anlagen und Geräte	213
11.1	Systemtechnische Grundlagen	213

11.1.1	Funktionen technischer Systeme	213
11.2	Stoffverarbeitung im technischen System Werkzeugmaschine	215
11.2.1	Antriebe	216
11.2.2	Bewegungsenergie übertragende und/oder wandelnde Bauteile	216
11.2.3	Tragende und stützende Bauteile	218
11.2.4	Halte- und Spannvorrichtungen	219
11.2.5	Informationsverarbeitende Bauteile	220
11.2.6	Systemübersicht Bohrmaschine	220

12 Spanende Fertigung mit Werkzeugmaschinen 221

12.1	Bewegungen an Werkzeugmaschinen	221
12.2	Einflussgrößen der Zerspanung	222
12.3	Drehen	223
12.3.1	Drehvorgang – Drehverfahren	223
12.3.2	Drehwerkzeug	224
12.3.3	Drehmeißelarten	225
12.3.4	Schneidstoffe der Drehmeißel	225
12.3.5	Schnittgeschwindigkeit beim Drehen	226
12.3.6	Spannen der Werkzeuge	227
12.3.7	Spannen der Werkstücke	227
12.3.8	Drehmaschinen	228
12.4	Fräsen	230
12.4.1	Fräswerkzeuge	230
12.4.2	Arbeitsbewegungen	231
12.4.3	Einteilung der Fräsverfahren	231
12.4.4	Arten der Fräser	232
12.4.5	Arbeit an Fräsmaschinen	233
12.5	Schleifen	236
12.5.1	Schleifwerkzeuge	236
12.5.2	Zerspanungsvorgang	238
12.5.3	Arbeit mit Schleifwerkzeugen	238
12.5.4	Schleifmaschinen und -verfahren	239
12.6	Projektaufgaben handgeführtes Gelenk – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	240

Lernfeld 3

13	Fügen	243
13.1	Physikalische Grundlagen	243
13.1.1	Kräfte und Kraftdarstellung	243
13.1.2	Gewichtskräfte	244
13.1.3	Reibungskräfte	244
13.1.4	Kräfte am Hebel	246
13.1.5	Arbeit, Energie, Leistung	246
13.1.6	Wirkungsgrad	247
13.2	Einteilung und Wirkweise	248
13.3	Schraubverbindung	249
13.3.1	Wirkweise der Schraubverbindungen	249
13.3.2	Einteilung der Gewinde	251
13.3.3	Elemente der Schraubverbindungen	254
13.3.4	Auswahl der Schraubverbindungen	257

13.3.5	Schraubwerkzeuge	258
13.4	Stift- und Bolzenverbindung	259
13.5	Keilverbindung	261
13.6	Federverbindung	262
13.7	Nieten	263
13.7.1	Nietarten	263
13.7.2	Kaltnieten	264
13.7.3	Warmnieten	264
13.8	Löten	265
13.8.1	Vorgänge beim Löten	265
13.8.2	Löttemperatur	266
13.8.3	Lötverfahren	267
13.8.4	Lote	267
13.8.5	Flussmittel	268
13.8.6	Erwärmung der Lötstelle	269
13.8.7	Arbeitstechniken beim Löten	269
13.9	Kleben	271
13.9.1	Wirkweise der Klebeverbindung	271
13.9.2	Klebstoffe für Metalle	271
13.9.3	Gestaltung und Herstellung der Klebeverbindung	272
13.9.4	Anwendungsbereiche	273
13.10	Schweißen	274
13.10.1	Pressschweißverfahren	274
13.10.2	Schmelzschweißverfahren	274
13.10.3	Gasschmelzschweißen	275
13.10.4	Lichtbogen-Schmelzschweißverfahren	280
13.10.5	Metall-Lichtbogenschweißen	282
13.10.6	Schutzgas-Schweißverfahren	284
13.11	Pressverbindungen	285
13.12	Rohrleitungen	286
13.12.1	Rohrarten	286
13.12.2	Rohrverbindungen	286
13.12.3	Rohrbefestigungen	287
13.13	Projektaufgaben Bohrvorrichtung	288
13.14	Projektaufgaben Stifthalter	290

Lernfeld 4

14	Warten von Maschinen und Geräten	291
14.1	Grundbegriffe der Instandhaltung	292
14.2	Instandhaltungskonzepte	293
14.3	Wartung	294
14.4	Inspektion	297
14.5	Instandsetzung	298
14.6	Verbesserungen	299
14.7	Reibung und Verschleiß	300
14.8	Pflege der Kühlschmierstoffe	301
14.9	Projektaufgaben Drehmaschine	303
Sachwortverzeichnis		305
Verzeichnis wichtiger DIN-Normen und Bestimmungen		319
Bildquellenverzeichnis		320

1 Einführung in die Fertigungstechnik

Wir leben in einem Wirtschaftssystem das durch die Wechselwirkung von Nachfrage nach Wirtschaftsgütern und Dienstleistungen und dem dazugehörigen Angebot funktioniert.

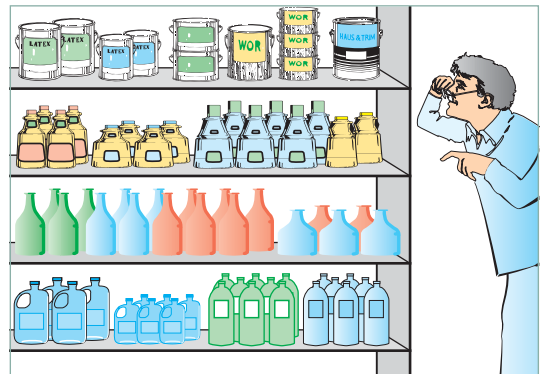
Noch im letzten Jahrhundert bestand die Aufgabe von Handwerk und Industrie vor allem darin, den wachsenden Bedarf der Bevölkerung an Gütern zu befriedigen. In Großserien wurden viele gleiche oder ähnliche Produkte über einen langen Zeitraum hinweg unverändert hergestellt.

Durch die „Globalisierung“ hat sich die wirtschaftliche Realität in den letzten Jahrzehnten geändert. Weil sehr viele Anbieter aus fast allen Ländern der Welt ihre Produkte in unserem Land verkaufen möchten, ist das Angebot oft höher als die Nachfrage. Um bei diesem weltweiten Wettbewerb um die Gunst des Käufers bestehen zu können, muss ein Unternehmen, in dem Sie arbeiten, mehr tun, als Erzeugnisse aus Metall herzustellen. Der Käufer, ob Weiterverarbeiter oder Endverbraucher, wird sich nur dann für Ihr Produkt entscheiden, wenn er glaubt, dass diese Ware einen Vorteil gegenüber den Konkurrenzprodukten besitzt und seinen individuellen Bedürfnissen entspricht.

Bedürfnisse eines Kunden können z. B. sein:

- Leichte Bedienbarkeit des Gerätes
- Schönes Design
- Günstiger Preis
- Lange Lebensdauer
- Freundlicher Kundendienst
- Umweltfreundliche Entsorgung

Damit ein Hersteller von Waren und Dienstleistungen die Vorstellungen seiner Kunden realisieren kann, bedarf es der auf dieses Ziel ausgerichteten Mitarbeit aller Beschäftigten.



1 Warenvielfalt erfordert Kundenorientierung

Merksatz

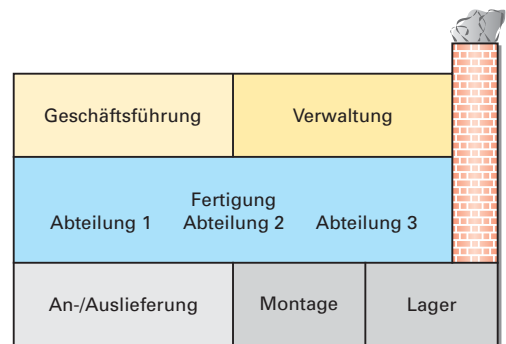
Ein wichtiger Schlüssel zum Erfolg eines Unternehmens und damit auch zur Sicherung des eigenen Arbeitsplatzes ist die Kundenorientierung.

1.1 Die Fertigung im Betrieb

Der Zweck eines Unternehmens ist die Produktion von Waren oder das Angebot von Dienstleistungen sowie die Erzielung von Gewinn.

Bevor ein Produkt angeboten werden kann, bedarf es vieler Produktionsschritte. Das erfordert meist die Aufteilung der Arbeit auf mehrere Personen und Abteilungen, die jeweils unterschiedliche Aufgaben zu erledigen haben (Bilder 2 und 3).

Bis vor einigen Jahren waren nur wenige Führungspersonen größerer Betriebe in der Lage den gesamten Produktionsprozess zu überblicken. Viele Mitarbeiter wussten nicht, welche Funktion das gerade bearbeitete Werkstück am Endprodukt eigentlich zu erfüllen hatte oder an welchem Tag der Kunde seine Ware erwartet. Das führte zu Missverständnissen zwischen den Mitarbeitern, Fehler wurden erst spät bemerkt und Ausschuss und Nacharbeit führten zu hohen Kosten und Terminverzug. Deshalb musste häufig ein Strafgeld,



2 Abteilungen eines Fertigungsbetriebes

Industrie	Handwerk
	Beratung des Kunden
	Arbeitsvorbereitung
Produktion vieler Teile	Fertigung weniger Teile
	Montage der Einzelteile
	Installation beim Kunden
	Instandhaltung
	Wartung und Reparatur

3 Arbeitsgebiete des Metalltechniklers

die Konventionalstrafe bezahlt werden. Verhindert werden konnte dies nur durch kompetente Kontroll- und Führungspersonen.

Das passierte bei kleinen, handwerklichen Betrieben selten. Hier musste schon immer jeder Mitarbeiter viele Tätigkeiten beherrschen. Dadurch überblickte er den Gesamtprozess der Produktion – vom Kundenwunsch bis zur Wartung und Reparatur (Bild 3, vorherige Seite). Falsche und unproduktive Prozesse wurden dabei schnell entdeckt und beseitigt.

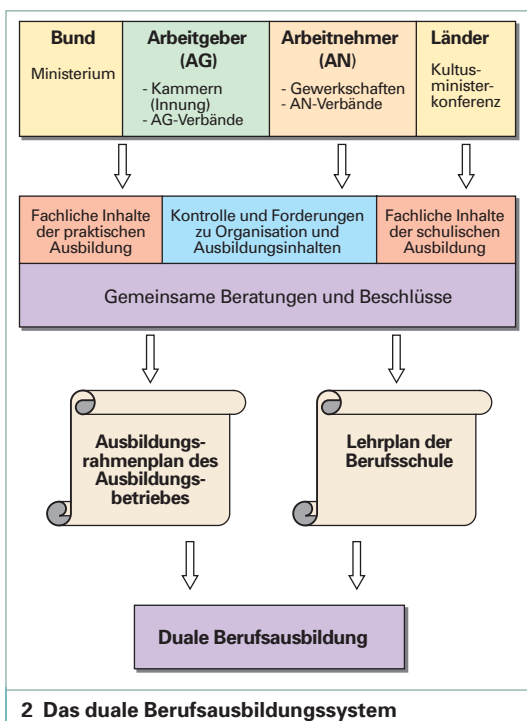
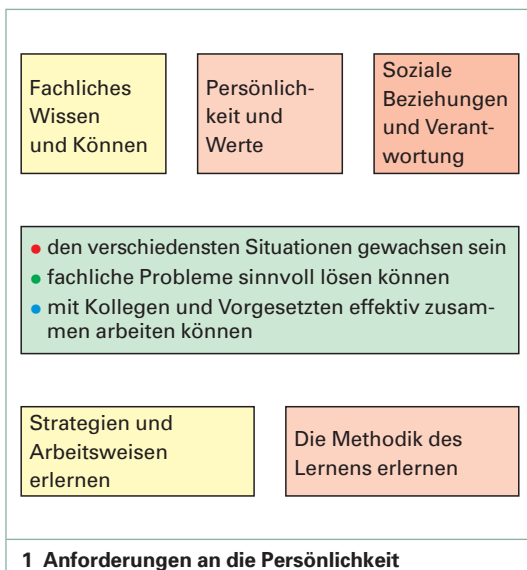
Heute versucht man die Vorteile der Handwerksbetriebe mit denen der industriellen Fertigung zu verbinden. Die Mitarbeiter lernen viele Produktionsstufen zur Herstellung des Endproduktes kennen. Durch die dadurch erworbenen Kenntnisse sind viele Personen des Betriebes in der Lage, Vereinfachungen und Verbesserungen in der Produktion und am Produkt zu erkennen. Werden diese Ideen den anderen Mitarbeitern erläutert und umgesetzt, können erstklassige Produkte schneller als von der Konkurrenz entwickelt werden. Topqualität und kurze Lieferzeiten werden möglich.

Der hochqualifizierte Metalltechniker sollte neben den umfangreichen Kenntnissen, die er zur Herstellung und Montage von Werkstücken benötigt (Fachkompetenz), auch über weitere **Kompetenzen** verfügen, die es ihm ermöglichen verschiedene Aufgaben des Arbeitsalltages (Methodenkompetenz) in Zusammenarbeit mit Kollegen (Sozialkompetenz) zu lösen (Bild 1).

1.2 Das Berufsfeld Metalltechnik

Jahrhundertlang wurden technisches Berufswissen und handwerkliche Fähigkeiten vom Meister durch Vormachen, Nachmachen und Üben an seine Lehrlinge weitergegeben. Im 18. Jahrhundert erkannte man die Notwendigkeit von beruflich orientierten Schulen, in denen die theoretisch-technische Ausbildung erfolgte. Seither erfolgt die Berufsausbildung in Deutschland dual, d.h. in der Berufsschule und im Ausbildungsbetrieb.

Die fachlichen Anforderungen an die Metalltechnikberufe ändern sich durch neue Maschinen und Fertigungsverfahren immer schneller und erfordern auch neue Ausbildungsinhalte. In der Bundesrepublik Deutschland sind Vertreter der Arbeitgeber, der Gewerkschaften und der zuständigen Ministerien ständig damit befasst, die Berufsausbildung so weiter zu entwickeln, dass der Metalltechniker für die zukünftigen Aufgaben gewappnet ist. Dabei wurde erkannt, dass neueste Fachkenntnisse nur für einen kurzen Zeitraum zu verwenden sind, weil es schon bald neue und bessere Herstellungsverfahren geben wird. Wichtiger ist es, dass ein Arbeitnehmer die Veränderungen zu seinem und zum Vorteil der Firma nutzen kann. Dazu benötigt er Techniken und Methoden, mit denen er alle Probleme und Aufgaben der Zukunft meistern kann. Diese „persönlichen Werkzeuge“ können während der dualen Ausbildung im Betrieb und in der Berufsschule erlernt werden (Bild 2).



1.3 Grundlagen der Fertigungstechnik

Als wichtigstes Teilgebiet der Produktionstechnik stellt die Fertigungstechnik Methoden und Einrichtungen zur Herstellung von Produkten zur Verfügung. Sie werden genutzt, wenn ein Handwerker ein Einzelstück herstellt oder ein Industrieunternehmen Hunderttausende von gleichen Erzeugnissen produziert.

Merksatz

Form, Eigenschaften und Preis eines Produktes bestimmen maßgeblich die Auswahl von Fertigungsverfahren und -einrichtungen.

Die meisten industriell hergestellten Erzeugnisse durchlaufen vom **Rohzustand** des Werkstücks bis zum **Fertigzustand** mehrere **Arbeitsvorgänge**. Während dieses **Fertigungsablaufs** werden die **geometrische Form** und die **Stoffeigenschaften** des **Werkstücks** mithilfe von **Werkzeugen** oder **Wirkmedien** verändert. Mit jeder neuen **Bearbeitungsstufe** steigt der Wert des Erzeugnisses. Wirtschaftlich betrachtet nennt man diesen Vorgang einen Wertschöpfungsprozess.

1.3.1 Struktur der Fertigungstechnik

Zur Fertigung eines Produktes werden die zweckmäßigsten Verfahren, Einrichtungen, Werkzeuge und Hilfsstoffe eingesetzt.

Fertigungsverfahren

Darunter versteht man alle Verfahren, mit denen Einzelteile und Baugruppen während des Fertigungsablaufs hergestellt und bearbeitet werden. Sie unterscheiden sich nach der Einwirkung von Werkzeugen und Wirkmedien (z. B. Härtemittel) auf die Werkstücke.

Fertigungseinrichtungen

Dazu gehören alle Maschinen (z. B. Werkzeugmaschinen) und Einrichtungen (z. B. Härteöfen oder Fördermittel), die am Fertigungsablauf beteiligt sind.

Fertigungsmittel

Das sind alle Werkzeuge, Wirkmedien, Vorrichtungen und Prüfmittel, die während der Fertigung auf die Werkstücke einwirken oder die zur Durchführung der Fertigung benutzt werden.

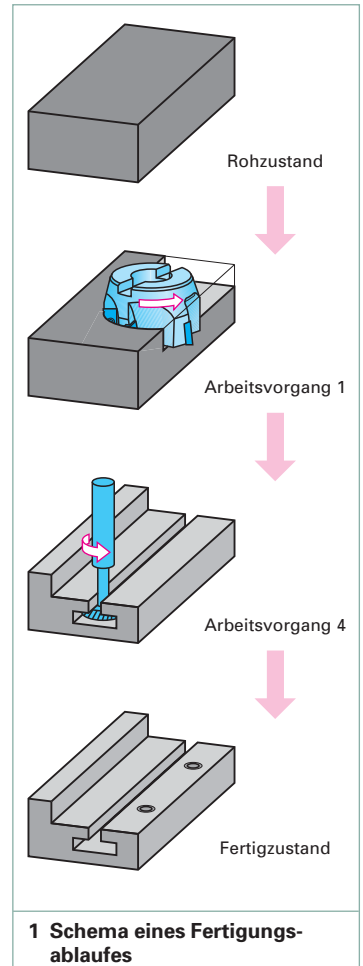
Fertigungshilfsstoffe

Sie umfassen Hilfsmittel, die zur Durchführung des Fertigungsprozesses notwendig sind, ohne dass sie in das Endprodukt eingehen. Dazu gehören Kühlmittel, Schmierstoffe und andere Materialien.

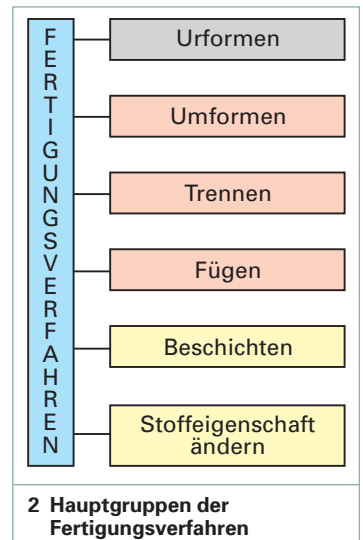
1.3.2 Einteilung der Fertigungsverfahren

Alle Fertigungsverfahren werden **sechs Hauptgruppen** zugeordnet. Die Einteilung sowie die wesentlichen Begriffe (s. Übersicht auf den folgenden Seiten) sind genormt (DIN 8580). Die Hauptgruppen unterscheiden sich danach,

- wie der **Zusammenhalt der Stoffteilchen** hergestellt oder aufgehoben wird,
- wie die **geometrische Form** des festen Körpers geschaffen wird,
- wie sich die **Stoffeigenschaften** ändern.



1 Schema eines Fertigungsablaufes



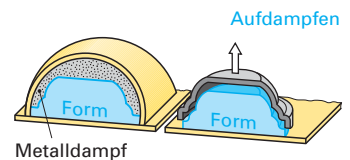
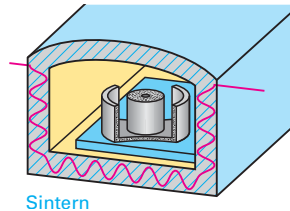
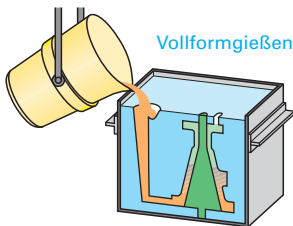
2 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren

1 Urformen

- Die Form des festen Körpers wird geschaffen ...
- Der Zusammenhalt der Stoffteilchen wird hergestellt ...

- aus dem festen (pulverigen) Zustand:
- aus dem flüssigen oder teigigen Zustand:
- aus dem gasförmigen Zustand:
- aus dem ionisierten Zustand:

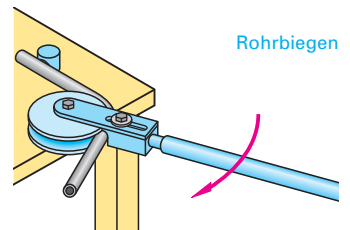
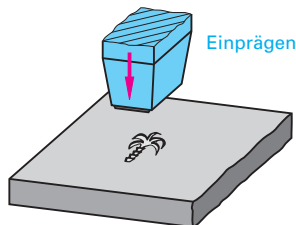
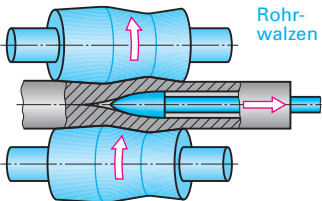
- ▶ Sintern von Metallpulvern, Pressen von Kunstharzen;
- ▶ Gießen, Spritzen und Schäumen;
- ▶ Aufdampfen;
- ▶ Galvanoplastik.


2 Umformen

- Die Form des festen Körpers wird plastisch geändert ...
- Der Zusammenhalt der Stoffteilchen und die Masse bleiben erhalten...

- durch Zugkraft:
- durch Druckkraft:
- durch Zug- und Druckkraft:
- durch Schubkraft:
- durch ein Biegemoment:

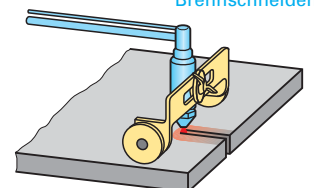
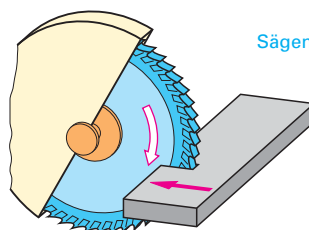
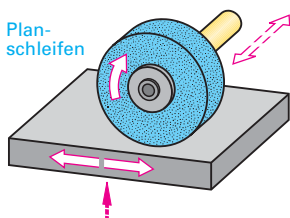
- ▶ Streckrichten, Weiten, Tiefen;
- ▶ Walzen, Schmieden, Einprägen;
- ▶ Tiefziehen, Walzziehen;
- ▶ Verdrehen, Durchsetzen;
- ▶ Biegen, Runden, Wickeln.


3 Trennen

- Die Form des Werkstücks wird geändert, die Endform ist in der Ausgangsform enthalten ...
- Der Zusammenhalt der Stoffteilchen wird aufgehoben ...

- durch Zerteilen:
- durch Spanen:
- durch Abtragen:
- durch Zerlegen:
- durch Reinigen:

- ▶ Abschneiden, Reißen, Brechen;
- ▶ Bohren, Stoßen, Sägen, Schleifen;
- ▶ Brennschneiden, Ätzen, Erodieren;
- ▶ Auseinanderschrauben, Aushaken;
- ▶ Bürsten, Strahlen, Waschen.

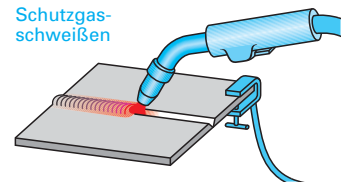
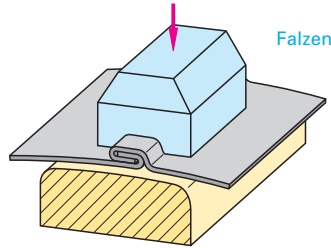
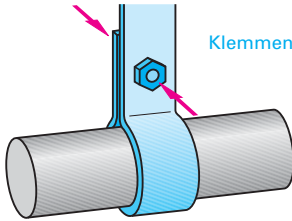


4 Fügen

- Eine neue feste Form wird geschaffen durch Zusammenbringen mehrerer Werkstücke oder mit formlosem Stoff ...
- Der Zusammenhalt der Stoffteilchen wird im Ganzen vermehrt oder auch örtlich neu geschaffen ...

- durch Zusammenlegen:
- durch Füllen:
- durch An- und Einpressen:
- durch Urformen:
- durch Umformen:
- durch Stoffverbinden:

- ▶ Einlegen, Ineinanderschieben;
- ▶ Einfüllen, Tränken;
- ▶ Verschrauben, Klemmen;
- ▶ Ausgießen, Umgießen;
- ▶ Falzen, Vernieten, Verlappen;
- ▶ Schweißen, Löten, Kleben.

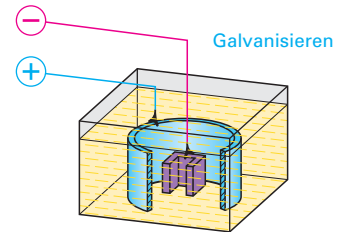
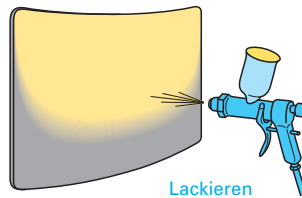
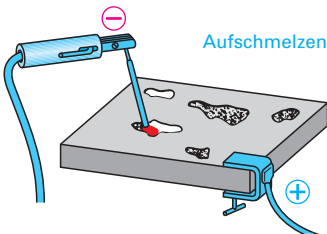


5 Beschichten

- Ein neuer Zusammenhalt der Stoffteilchen wird hergestellt ...
- Stoffteilchen werden auf einen festen Körper aufgebracht ...

- aus dem gas- oder dampfförmigen Zustand:
- aus dem flüssigen, breiigen oder pastenförmigen Zustand:
- aus dem ionisierten Zustand:
- aus dem festen (körnigen oder pulverigen) Zustand:

- ▶ Aufdampfen;
- ▶ Anstreichen, Spritzlackieren, Auftragschweißen;
- ▶ Galvanisieren;
- ▶ Pulveraufspritzen, Hammerplattieren.

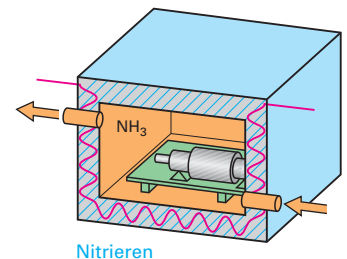
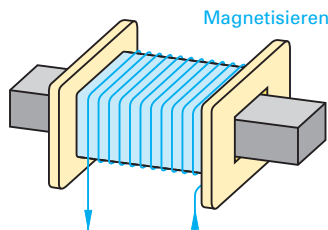
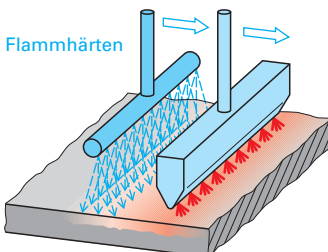


6 Stoffeigenschaft ändern

- Die feste Form des Werkstücks bleibt erhalten ...
- Die Lage der Stoffteilchen ändert sich und damit ändern sich die Eigenschaften des Werkstoffs ...

- durch Umlagern von Stoffteilchen:
- durch Aussondern von Stoffteilchen:
- durch Einbringen von Stoffteilchen:

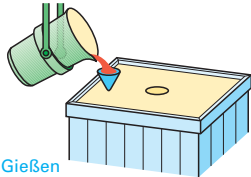
- ▶ Glühen, Härten, Anlassen; Vergüten, Magnetisieren;
- ▶ Entkohlen (Tempern);
- ▶ Aufkohlen (Zementieren), Nitrieren.



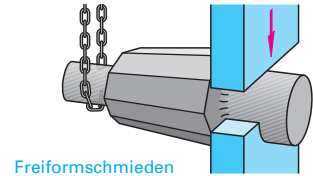
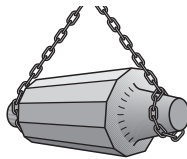
1.3.3 Fertigungsablauf

Zur Herstellung der meisten Produkte ist eine Reihe aufeinanderfolgender Fertigungsverfahren erforderlich. Am Beispiel einer Welle, die Teil einer größeren Baugruppe ist (z. B. Generator im Großkraftwerk), wird dies in der nachfolgenden Übersicht gezeigt.

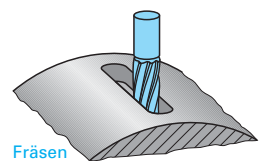
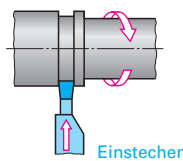
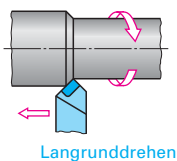
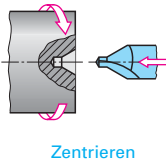
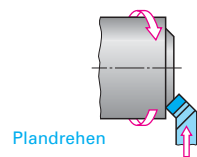
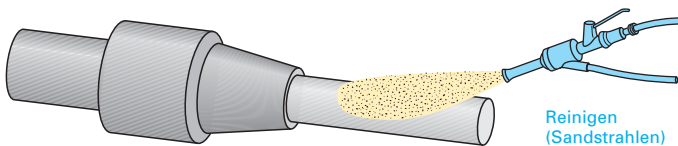
Urformen



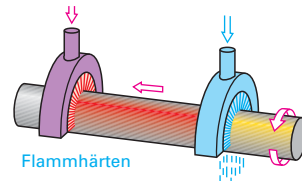
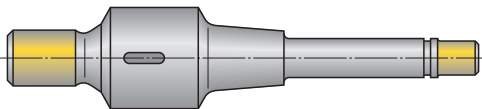
Umformen



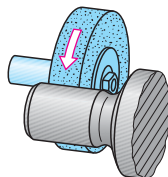
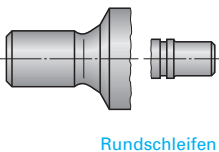
Trennen



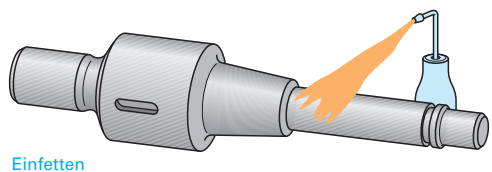
Stoffeigenschaft ändern



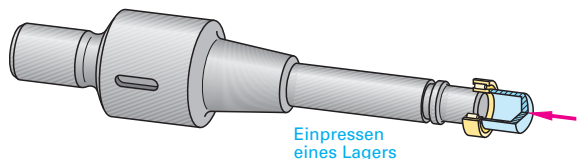
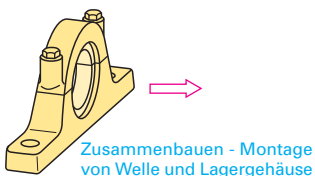
Trennen



Beschichten



Fügen



1.4 Arbeitsschutz

Die Arbeitswelt mit ihren Anlagen, Maschinen und Geräten sowie Werkzeugen und Hilfsmitteln ist voller Gefahrenquellen. Pro Jahr werden ungefähr eine Million Arbeitsunfälle angezeigt, davon sind ca. 2000 tödlich; die Unfallkosten betragen über 6 Milliarden EURO, die Folgekosten noch einmal mehr als 20 Milliarden.

Ist der Einzelne in einer Gefährdungssituation, können **Leichtsinn, Unaufmerksamkeit und Unkenntnis** schnell einen Unfall herbeiführen, an dessen Folgen er sein Leben lang leiden muss.

1.4.1 Unfallverhütung

Merksatz

Durch Maßnahmen zur Unfallverhütung am Arbeitsplatz können Menschen und Einrichtungen vor Schäden bewahrt werden.

Die vorbeugende Abwehr von Gefahren ist erlernbar. Die **Berufsgenossenschaften**, bei denen jeder Berufstätige in Industrie und Handwerk versichert ist, haben **Unfallverhütungsvorschriften (UVV)** erlassen, die in jedem Betrieb ausgelegt werden müssen. Jeder Betriebsangehörige muss sie genau beachten.

Durch **sicherheitswidriges Verhalten** können Krankheiten, körperliche Behinderung und Sachschäden entstehen. Sicherheitswidrig verhält sich, wer durch Nichtbeachten von Vorschriften und Sicherheitszeichen sich, Arbeitskollegen sowie Anlagen und Einrichtungen gefährdet.

Gefährdungen sind unterschiedlich, sodass für viele Arbeitsplätze **Sicherheitsbelehrungen** stattfinden. Außerdem gibt es Sicherheitslehrbriefe, von denen einige im Anhang aufgeführt werden.

Jeder Auszubildende sollte außerdem aus den „Allgemeinen Vorschriften“ (VBG 1) wenigstens die Paragraphen 14...17 und 35...38 genau kennen.

1.4.2 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen

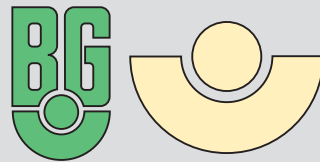
- ▶ **Gefahren müssen beseitigt werden.** Zuerst sind Mängel an Maschinen, Anlagen und Werkzeugen sofort dem Verantwortlichen zu melden.
- ▶ **Alle gefährlichen Stellen** müssen abgeschildert und gekennzeichnet werden. Die dazu angebrachten Sicherheitsvorrichtungen und Schilder dürfen nicht entfernt werden.
- ▶ Eine **Gefährdung des Arbeitenden** ist durch Schutzbrillen, Schutzschilder oder andere Schutzausrüstungen zu verhindern.

1 Die wichtigsten Gefahrenarten

bewegte Gegenstände	z. B. rotierendes Werkzeug, schwebende oder fallende Lasten
elektrische Spannung	z. B. spannungsführende Anlagenteile, Blitz
Chemikalien	z. B. Giftstoffe, Säuren und Laugen, Kühlschmiermittel, gesundheits-schädliche Stoffe
heiße Oberflächen	z. B. Lichtbogen, glühende Werkstoffe, siedende Flüssigkeiten
Lärm	z. B. beim Richten von Blech
Strahlung	z. B. Radioaktivität, Röntgenstrahlen, UV-Strahlen
Materialschäden	wie z. B. Defekte an Absturzsicherungen, Schleifscheiben u.a.m.

2 Maßnahmen zur Arbeitssicherheit in

Gesetzen
Arbeitssicherheitsgesetz, Bundes-Immissions-schutzgesetz, Jugendarbeitsschutzgesetz
Verordnungen
Gefahrenstoffverordnung, Arbeitszeitordnung, Arbeitsstättenverordnung u.a.m.
Unfallverhütungsvorschriften (UVV)
Regeln der Technik
DIN-Normen, VOB u.a.m.



3 Logo der gewerblichen Berufsgenossenschaften

4 Schutzausrüstungen für (Beispiele)

Kopf	Schutzhelm, Haarnetz
Gesicht	Brille, Schutzschild
Gehör	Stöpsel, Kapseln
Lunge	Atemmaske mit Filtergerät oder Frischluftgerät
Hände, Füße	Handschuhe, Sicherheitsschuhe
Körper	Sicherheitsgurte, Fangleinen, Schutzkleidung

1.4.3 Unfallursachen

Wer die Gefahren kennt und sich vorsichtig, aufmerksam und der möglichen Gefährdung entsprechend angemessen verhält, hat eine große Chance sein Leben ohne ersten Unfall zu bestehen.

Zu Unfällen kann es aus ganz unterschiedlichen Gründen kommen:

Menschliches Versagen: Leichtsinn, Unwissenheit, aber auch Überheblichkeit führen oft zur Vernachlässigung des Sicherheitsdenkens. Viele Sicherheitseinrichtungen (z.B. Lichtschranken, automatische Abschaltvorrichtungen) sollen deshalb für zusätzliche Sicherheit sorgen.

Technische Mängel: so wie kein Mensch perfekt ist, zeigen sich auch an Maschinen und Einrichtungen manchmal Defekte, mit deren Auftreten kein Konstrukteur gerechnet hatte. Dazu gehören Werkstoffermüdungen, undichte Stellen in Leitungen, gelockerte Verbindungen oder versteckte Korrosionserscheinungen.

Höhere Gewalt tritt auf, wenn Unfälle durch Sturmschäden, Blitzeinschlag, Überschwemmungen oder ähnliche unvorhersehbare Ereignisse eintreten.

1.4.4 Sicherheitszeichen

Da die meisten Gefahren nicht offen zu erkennen sind, hat der Gesetzgeber Zeichen vorgeschrieben, die auf Gefahrenquellen hinweisen und ein bestimmtes Verhalten verlangen. Eine Auswahl davon zeigen die nebenstehenden Abbildungen. Zur Kennzeichnung von Gefährdungen und für die Sicherheit am Arbeitsplatz werden verwendet:

- **Rettungszeichen** haben eine quadratische oder rechteckige Form, sie sind dunkelgrün und weiß;
- **Verbotszeichen** signalisieren die verbotene Handlung rot durchgestrichen in einem roten Kreis;
- **Warnzeichen** sind orange-gelbe schwarzumrandete Dreiecke, im Innenfeld befindet sich ein Symbol der Gefahr;
- **Gefährliche Arbeitsstoffe** signalisiert im gelben Quadrat ein Symbol der Gefahr;
- **Gebotszeichen** stellen auf blauer Kreisfläche in weiß die gebotene Schutzmaßnahme dar.

Überprüfen Sie Ihre Kenntnisse

- 1 Berichten Sie über den Inhalt der letzten Sicherheitsbelehrung an Ihrem Arbeitsplatz.
- 2 Beschreiben Sie die Sicherheitsmaßnahmen an Ihrem Arbeitsplatz. Welche Sicherheitszeichen befinden sich in Ihrer Arbeitsumgebung?
- 3 Erklären Sie, wie man durch sein persönliches Verhalten Unfälle vermeiden kann.

1 Sicherheitsfarben

Rot	Unterlassen! Verboten!
Gelb	Warnung! Gefahr!
Blau	Gebote, Hinweise
Grün	Rettung, Hilfe, Sicherheit



Erste Hilfe



Richtungspfeil für Rettung



Rettungsweg nach links

2 Rettungszeichen



Für Fußgänger verboten



Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten



Mitfahren auf Gabelstapler verboten



Mit Wasser löschen verboten

3 Verbotszeichen



Warnung vor schwebender Last



Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung

4 Warnzeichen



Atemschutz tragen



Schutzhandschuhe tragen

5 Gebotszeichen

1.5 Kennzeichnen und Anreißen

Grundlage für die Fertigung eines Werkstücks war über Jahrzehnte und ist auch heute noch in großen Teilen der Produktion die **technische Zeichnung**. In der bisherigen Fertigung werden zu Beginn die Zeichnungsmaße auf das Rohteil oder auf das Halbfertigteil übertragen (Bild 1). Diese „Übertragungsarbeiten“ müssen sorgsam vorgenommen werden. Sie sind aus diesem Grund sehr zeitaufwändig und damit auch kostenintensiv. Deshalb wurden in der Serienfertigung auch bisher schon Hilfsmittel hergestellt, in denen die Abmessungen der technischen Zeichnung enthalten sind, z. B. Bohrlehren oder andere **Schablonen**. Somit wird das Anreißen jedes einzelnen Werkstückes, zumindest in der Serienfertigung, vermieden. Hinzu treten in neuerer Zeit die Möglichkeiten der computerunterstützten Fertigung. Hierbei sind die wichtigen Daten zur Fertigung eines Werkstückes im **Programm** einer Werkzeugmaschine gespeichert. Dadurch entfällt das zeitraubende Anreißen von Werkstückchen, die nunmehr in fast gleichbleibender Qualität und in rascher Folge gefertigt werden können.

1.5.1 Maßübertragung aus Zeichnungen

Beim Anreißen geht man zweckmäßig von bearbeiteten Außenflächen des Werkstücks aus. Dazu werden zwei Außenflächen des Rohteils so bearbeitet, dass zwei zueinander rechtwinklige, ebene Flächen entstehen (Bild 2). Ausgehend von diesen beiden Flächen werden alle Maße auf das zukünftige Werkstück übertragen. Man bezeichnet diese Flächen als Maßbezugsebenen.

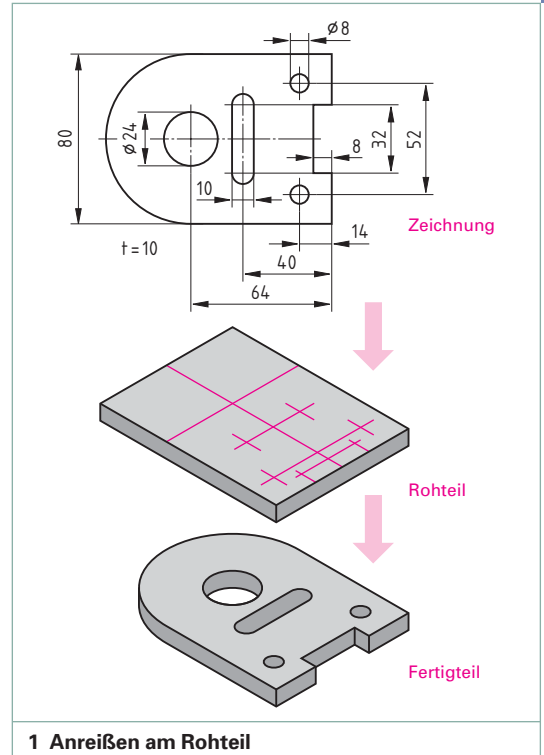
Bei symmetrischen Werkstücken werden häufig die Werkstückmittellinien als Maßbezugslinien herangezogen (Bilder 1 und 2).

Merksatz

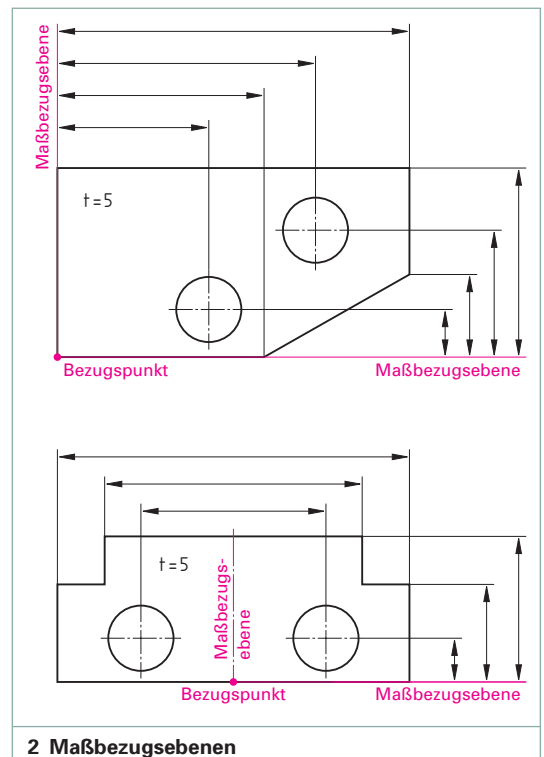
Maßbezugsebenen beim Anreißen sind die Werkstückflächen, von denen aus alle Maße angerissen werden.

Bei der Eintragung der Maße in eine technische Zeichnung unterscheidet man **absolute** und **inkrementale Bemaßung**. In der herkömmlichen Fertigung wird üblicherweise jedes angegebene Maß am Schnittpunkt der Maßbezugsebenen, dem Bezugspunkt, orientiert (Bild 2). Dies entspricht der absoluten Bemaßung.

In Zeichnungen, welche für den Bereich der CNC-Fertigung erstellt werden, ist darüber hinaus die inkrementale (relative) Bemaßung üblich. Hierbei wird, ausgehend von einem Anfangspunkt, eine Maßreihe gebildet. Die nachfolgenden Maße ergeben sich aus Zuwächsen (Inkrementen) zum jeweils vorhergehenden Maß.



1 Anreißen am Rohteil



2 Maßbezugsebenen

1.5.2 Anreißen und Körnen

Beim Anreißen überträgt man alle für die Fertigung wichtigen Maße, Umrisse, Aussparungen und Bohrungen auf das Rohteil und markiert sie durch Risslinien (Bild 1, Seite 17).

Merksatz

Unter **Anreißen** versteht man das Markieren von wichtigen Maßen durch Risslinien auf dem Werkstück.

Viele Risslinien sind nach der Bearbeitung nicht mehr sichtbar. Daher werden wichtige Risslinien zu Kontrollzwecken gesondert markiert. Dies geschieht durch kleine kegelförmige Vertiefungen, die mit einem Körner geschlagen werden. Auch Bohrungsmittelpunkte werden gekörnt um das Anbohren zu erleichtern.

Zum Markieren von Risslinien werden Körner (Bild 1) mit einem Spitzenwinkel von 40° benutzt um die Oberfläche möglichst wenig zu beschädigen.

Zum Körnen von Bohrungsmittelpunkten nimmt man Körner mit einem Spitzenwinkel von 90° um eine gute Führung der Bohrspitze zu gewährleisten.

Merksatz

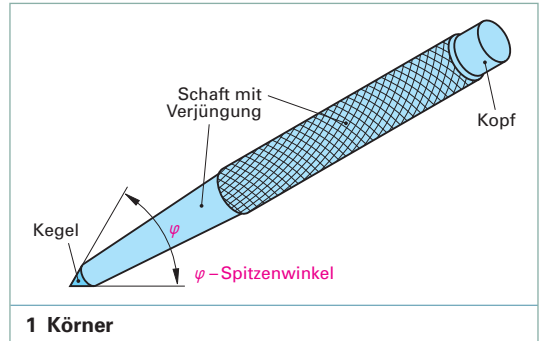
Als **Körnen** bezeichnet man das Markieren von Risslinien und Bohrungsmittelpunkten durch kleine Vertiefungen.

Beim **Körnen** ist auf das Ansetzen im Schnittpunkt der Risslinien und auf senkrechte Haltung zu achten (Bild 2). Neben dem Markieren von Risslinien dienen Körnungen auch zur Lagekontrolle von Bohrungen. Dazu wird mithilfe eines Zirkels (Bild 3) ein Kreis mit dem Fertigmaß der Bohrung angerissen. Auf diesem Kreisriss werden nun Körnungen geschlagen. Nach dem Bohren sollten nur noch halbe Körnungen stehenbleiben, da sonst die Bohrung verlaufen ist (Bild 4).

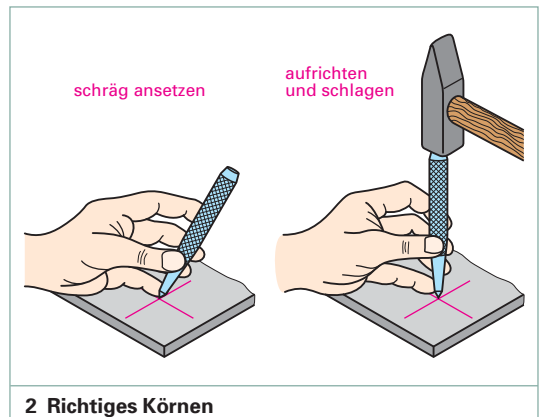
Anreißen und Körnen müssen so vorgenommen werden, wie es ihr jeweiliger Zweck erfordert. Risslinien müssen gut sichtbar sein und dürfen während der Fertigung nicht verlorengelassen. Daher werden anzureißende Flächen oft mit einer Farbschicht versehen. Bei Stahl nimmt man meist blauen oder violetten Anreißlack, bei Leichtmetallen kommt überwiegend roter Anreißlack zur Anwendung.

Merksatz

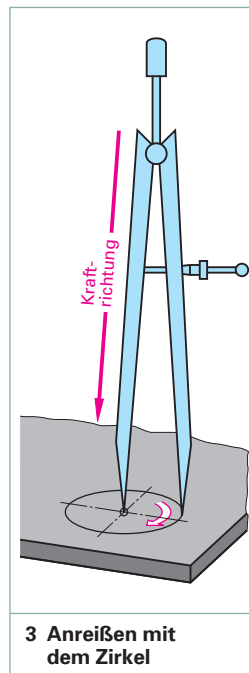
Das fertig bearbeitete Werkstück darf nicht durch Risslinien und/oder Körnungen beschädigt sein.



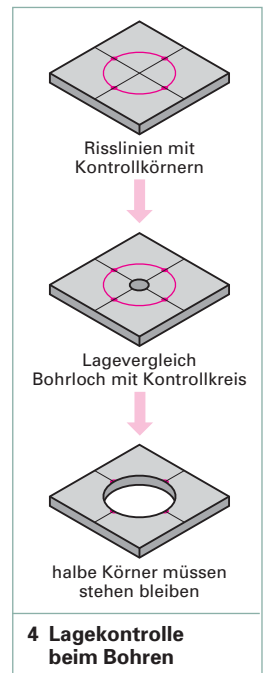
1 Körner



2 Richtiges Körnen



3 Anreißen mit dem Zirkel



4 Lagekontrolle beim Bohren

1.5.3 Anreißarbeiten und -werkzeuge

Gerade Linien reißt man mit Stahllineal und Reißnadel an. Parallele Linien werden mithilfe eines Anschlagwinkels oder eines Streichmaßes gezogen (Bild 1).

Winkel werden mit einem Winkelmesser oder einem Universalwinkelmesser angerissen. Den Mittelpunkt zylindrischer Teile kann man mit einem Zentrierwinkel ermitteln, indem man zwei Linien aus unterschiedlichen Richtungen zieht (Bild 2).

Bei allen Anreißarbeiten ist auf die richtige Stellung der Reißnadel zu achten um gerade Risslinien zu erhalten (Bild 3).

Für viele Anreißarbeiten ist eine **Stahlreißnadel** mit gehärteter Spitze das geeignete Werkzeug. Bei sehr harten oder verzünderten Werkstückoberflächen verwendet man Stahlreißnadeln mit Hartmetallspitzen um den Verschleiß der Spitze zu vermindern. Für besonders empfindliche Oberflächen benutzt man Messingreißnadeln (Kupfer-Zink-Legierungen) oder nur einen Bleistift.

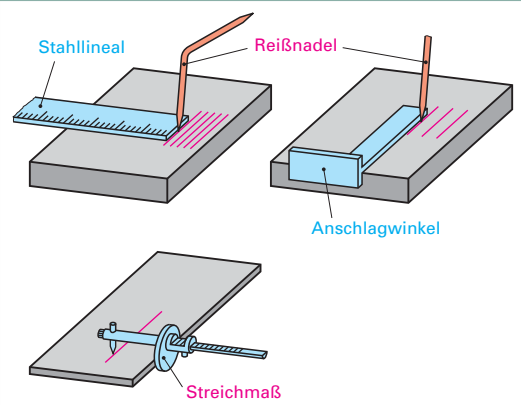
Anreißplatten (Bild 4) bestehen aus Grauguss oder Granit. Sie besitzen eine sehr ebene Oberfläche. Diese dient zur Lagerung der anzureißenden Werkstücke. Sie ist in der Regel auch Maßbezugsfläche, von der aus angerissen wird.

Besitzt das anzureißende Werkstück keine ebenen Auflageflächen, muss es mithilfe von Vorrichtungen in die richtige Lage gebracht und dort fixiert werden. Werkstücke mit kreisförmigem Querschnitt werden in Prismen gelagert (Bild 4).

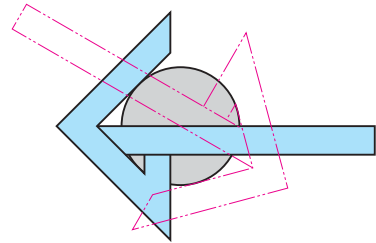
Zum Anreiß von parallelen Linien auf der Anreißplatte benutzt man z.B. einen Parallelreißer mit Standmaß. Die Reißnadel des Parallelreißers wird mittels des Standmaßes eingestellt. Für genauere Arbeiten verwendet man ein Höhenmess- und Anreißgerät (Bild 4 und Bild 1 auf der folgenden Seite), das mittels Nonius oder Digitalanzeige sehr genau einstellbar ist.

Aus den „Höhenreißern“ älterer Bauart haben sich in jüngerer Zeit **Anreiß- und Messgeräte** entwickelt, welche, wie der Name schon sagt, die Möglichkeiten eines genauen Messgerätes mit den Möglichkeiten eines Anreißgerätes verbinden (Bild 1, nächste Seite). Zum Wechsel der Einsatzmöglichkeiten ist lediglich der Taststift durch eine Anreißnadel zu ersetzen. Wie bei fast allen modernen Messgeräten hat auch hier die Computertechnik Einzug gehalten und die Anwendungsmöglichkeiten dieser Geräte sind dadurch beträchtlich erweitert worden.

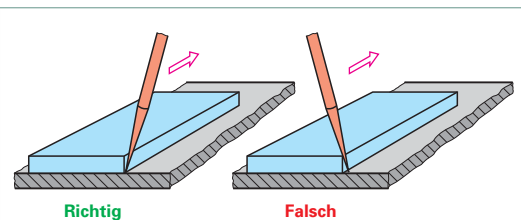
Die Messwerterfassung erfolgt in vielen Fällen, wie beispielsweise auch bei digital anzeigenden Messschiebern, optoelektronisch, wobei ein Glasmaßstab als Maßverkörperung dient.



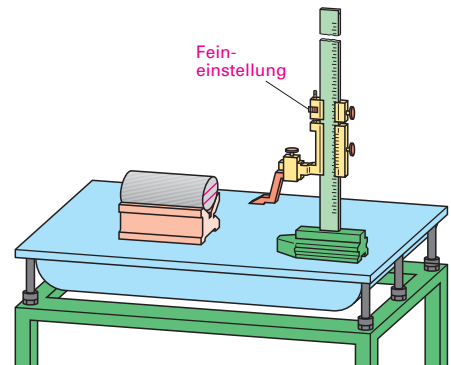
1 Anreißarbeiten



2 Zentrierwinkel



3 Anreiß mit der Reißnadel



4 Anreiß auf der Anreißplatte

Es sind nun Messungen von Bohrungen, Nuten und Abständen sowie Tastungen nach oben und unten problemlos möglich. Auch die Ermittlung von Bohrungsmittenabständen kann geleistet werden. Bei einigen Geräten ist für diese Messaufgabe ein sogenannter Zentriertastkopf als Zubehör nötig, bei anderen Messgeräten werden die Bohrungsmittenabstände aus den entsprechenden Messungen errechnet. Messwerte können gespeichert und gegebenenfalls ausgedruckt werden (Messprotokoll).

Rechtwinklige Koordinaten: Bei rechtwinkligen Koordinaten bilden zwei- bzw. drei Achsen die Maßbezugsebenen für die Bemaßung und in der Regel auch zum Anreißern. Von einem Bezugspunkt (Koordinatenursprung) ausgehend wird das Werkstück mit x-, y- und z-Koordinaten versehen (Bild 2). Als Bezugspunkt dient oft eine Werkstückecke. Die Achsen stehen senkrecht aufeinander. Ihr Schnittpunkt ist der Nullpunkt, von dem aus alle Maße gezählt werden.

Merksatz

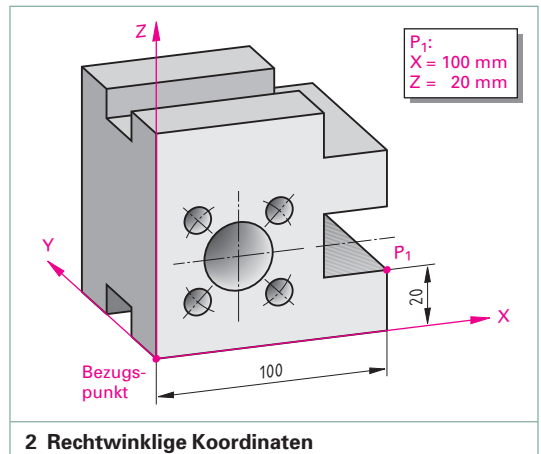
Bei der Bemaßung durch rechtwinklige Koordinaten werden alle Maße auf ein rechtwinkliges Koordinatensystem (Achsenkreuz) bezogen.

Polarkoordinaten: Die Maßangabe in Polarkoordinaten ist meist nur für Teilbereiche eines Werkstückes sinnvoll; bei dem dargestellten Werkstück zum Beispiel für die Angabe der Bohrungen auf dem Teilkreis.

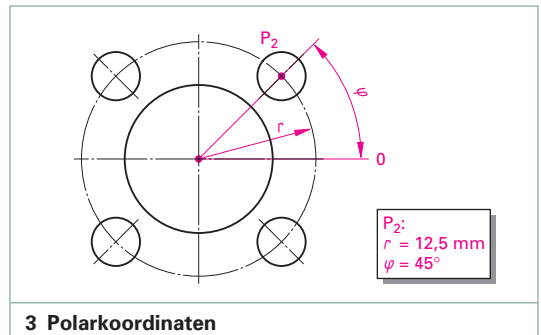
Bei der Bemaßung mittels Polarkoordinaten wird der Bezugspunkt der Bemaßung ebenfalls auf eine „markante“ Stelle des Werkstücks gelegt und bildet den Pol (Koordinatenursprung). Die Lage eines Werkstückpunkts wird nun bestimmt durch seinen (Längen-)Abstand vom Pol (Radius r) und den Winkel ($\varphi = \text{phi}$), den die Nullachse mit einer gedachten Linie zu dem entsprechenden Werkstückpunkt einschließt (Bild 3). Bei Bedarf ist eine Umrechnung von Polarkoordinaten in rechtwinklige Koordinaten oder umgekehrt mithilfe der Winkelfunktionen möglich.



1 Anreiß- und Messgerät



2 Rechtwinklige Koordinaten



3 Polarkoordinaten

Überprüfen Sie Ihre Kenntnisse

- 1 Welchem Zweck dienen Anreißern und Körnen?
- 2 Was versteht man unter einer Maßbezugsebene und welche Anforderungen werden in der Praxis an sie gestellt?
- 3 Weshalb kommen beim Körnen Körner mit unterschiedlichem Spitzenwinkel zum Einsatz?
- 4 Welche Aufgaben haben Kontrollkörnungen?
- 5 Wozu dienen Anreißlacke?
- 6 Geben Sie zwei Möglichkeiten an, parallele Risslinien zu erzeugen.
- 7 Wann verwendet man einen Zentrierwinkel?
- 8 Aus welchen Werkstoffen bestehen Reißnadeln und bei welchen Werkstücken kommen sie zum Einsatz?
- 9 Welche Anforderungen muss eine Anreißplatte erfüllen?
- 10 Welche Messmöglichkeiten bieten neuere Anreiß- und Messgeräte?
- 11 Was versteht man unter rechtwinkligen Koordinaten, was unter Polarkoordinaten?