



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

METALLTECHNIK

Metallbau- und Fertigungstechnik

Grundbildung

11. erweiterte Auflage

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

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

Europa-Nr.: 10013

Autoren

Bergner, Oliver	Dipl.-Berufspädagoge	Dresden
Fehrman, Michael	Dipl.-Ing. (FH), Studiendirektor	Waiblingen
Hillebrand, Thomas	Studiendirektor	Wipperfürth
Ignatowitz, Eckhard	Dr. Ing., Studienrat	Waldbonn
Kinz, Ullrich	Studiendirektor	Groß-Umstadt
Kluge, Manfred	Dipl.-Ing., Oberstudiendirektor	Schorndorf
Lämmlin, 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 sowie Herrn Manfred Hahn für die Mitarbeit bis zur 10. Auflage; 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

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.

11. Auflage 2017, korrigierter Nachdruck 2020

Druck 5 4 3

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

ISBN 978-3-8085-1267-8

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

© 2017 by Schul- und Fachbuchverlag, Nourney, Vollmer GmbH & Co.KG, 42781 Haan-Gruiten,
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlag: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen

Umschlagfoto: Bildmaterial des Arbeitskreises

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Vorwort

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. Sie sind auf der beiliegenden CD-ROM digital gespeichert. Zahlreiche Projektaufgaben unterstützen den Bezug zur Praxis. Separat erhältlich ist eine Lösungs-CD (Europa-Nr.: 10957) mit den Lösungen zu allen Kenntnisfragen und den Projektaufgaben, die dem Unterrichtenden die Arbeit erleichtern kann und den Schülern zur Kontrolle dient. Weitere Projektaufgaben sind im Arbeitsbuch Metallbau und Fertigungstechnik Lernfelder 1 bis 4 (Europa-Nr. 17913) enthalten.

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 **11. Auflage** wurde um einen Abschnitt Erste Hilfe bei Unfällen im Betrieb und um eine Übersicht der Lernfeldziele ergänzt. Die Steuerungs- und Regelungstechnik wurde nach der neuesten Klassifizierung neu bearbeitet.

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 (Lektorat@europa-Lehrmittel.de).

Inhaltsverzeichnis

Übersicht Lernfelder	9
Einheitliche Strukturierung und Kennzeichnung technischer Objekte und Sachverhalte	10
Lernfeldübergreifende Fachgebiete	11
1 Einführung in die Fertigungstechnik	11
1.1 Die Fertigung im Betrieb	11
1.2 Das Berufsfeld Metalltechnik	12
1.3 Grundlagen der Fertigungstechnik	13
1.3.1 Struktur der Fertigungstechnik	13
1.3.2 Einteilung der Fertigungsverfahren	13
1.3.3 Fertigungsablauf	16
1.4 Arbeitsschutz	17
1.4.1 Unfallverhütung	17
1.4.2 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen	17
1.4.3 Unfallursachen	18
1.4.4 Sicherheitszeichen	18
1.4.5 Erste Hilfe bei Unfällen im Betrieb	19
1.5 Kennzeichnen und Anreißen	21
1.5.1 Maßübertragung aus Zeichnungen	21
1.5.2 Anreißen und Körnen	22
1.5.3 Anreißarbeiten und -werkzeuge	23
2 Prüftechnik und Qualitätsmanagement	25
2.1 Grundlagen der Prüftechnik	25
2.1.1 Vergleich Sollzustand – Istzustand	25
2.1.2 Subjektives und objektives Prüfen	25
2.1.3 Prüfen – Messen – Lehren	26
2.1.4 Prüfarten	27
2.1.5 Maßangaben	27
2.2 Toleranzen und Passungen	29
2.2.1 Maßtoleranzen	30
2.2.2 Grundbegriffe der Passungen	31
2.2.3 ISO-Passungen	31
2.3 Prüfmittel	33
2.3.1 Einteilung der Prüfmittel	33
2.3.2 Maßverkörperungen	34
2.3.3 Anzeigende Messgeräte	35
2.3.4 Lehren	41
2.3.5 Hilfsmittel	43
2.4 Prüfabweichungen	44
2.4.1 Systematische Abweichungen	44
2.4.2 Zufällige Abweichungen	44
2.4.3 Größe der Abweichung	44
2.4.4 Ursachen von Prüfabweichungen	45
2.5 Auswahl der Prüfmittel – Messübung	46
2.6 Qualitätsmanagement	47
2.6.1 Der Qualitätsbegriff	47
2.6.2 Qualität als Unternehmensziel	48
2.6.3 Qualitätsplanung	50
2.6.4 Qualitätslenkung	50
2.6.5 Qualitätssicherung	51
2.6.6 Qualitätsverbesserung	54
3 Werkstofftechnik	55
3.1 Einteilung der Werkstoffe	55
3.2 Werkstoffeigenschaften	56
3.3 Rohstoffe, Hilfsstoffe, Werkstoffe	59
3.4 Roheisengewinnung	60
3.5 Stahlherstellung	61
3.5.1 Umwandlung von Roheisen in Stahl	61
3.5.2 Stahlherstellung mit dem Sauerstoff- blas-Verfahren	61
3.5.3 Stahlherstellung mit dem Elektrostahl- Verfahren	61
3.5.4 Nachbehandlung des flüssigen Stahls . .	62
3.6 Verarbeitung zu Stahlerzeugnissen	62
3.6.1 Warmwalzen	63
3.6.2 Rohrherstellung	64
3.6.3 Kaltumformen	64
3.7 Genormte Halbzeuge und ihre Bestellung	65
3.8 Einteilung und Zusammensetzung der Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	66
3.9 Wichtige Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	67
3.9.1 Stahlbaustähle	67
3.9.2 Maschinenbaustähle	69
3.9.3 Stähle für Bleche und Band	71
3.9.4 Nichtrostende Stähle	72
3.9.5 Werkzeugstähle	73
3.9.6 Gusseisenwerkstoffe und Stahlguss . .	74
3.9.7 Werkstoffnummern	75
3.10 Der innere Aufbau der Metalle	76
3.10.1 Blick ins Werkstoffinnere	76
3.10.2 Kristallgittertypen der Metalle	77
3.10.3 Entstehung des Metallgefüges	77
3.10.4 Innerer Aufbau und Eigenschaften . . .	77
3.10.5 Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm und Gefügearten der unlegierten Stähle . .	78
3.11 Wärmebehandlung der Stähle	79
3.11.1 Glühen	79
3.11.2 Härteln	80
3.11.3 Vergüten	81
3.11.4 Randschichthärteln	81
3.12 Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	82
3.12.1 Kupfer und Kupferlegierungen	82
3.12.2 Aluminium und Aluminiumlegierungen	84
3.12.3 Weitere technisch wichtige Metalle . .	86
3.13 Sinterwerkstoffe	87
3.14 Korrosion und Korrosionsschutz	88
3.14.1 Korrosionsursachen	88
3.14.2 Erscheinungsformen der Korrosion . .	89
3.14.3 Passivierung der Metalloberflächen .	89
3.14.4 Einflüsse auf die Korrosions- beständigkeit eines Bauteils	90

Inhaltsverzeichnis

3.14.5 Korrosionsschutz durch Beschichten	90	4.5.3 Elektrochemische Reaktionen	117
3.14.6 Korrosionsschutz bei Maschinen	91	4.5.4 Transformatoren	117
3.14.7 Katodischer Korrosionsschutz	91	4.6 Messung elektrischer Größen	118
3.14.8 Korrosionsschutz von Al-Bauteilen	91	4.7 Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stroms	119
3.15 Kunststoffe (Plaste)	92	4.7.1 Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Organismus	120
3.15.1 Eigenschaften und Verwendung	92	4.7.2 Fehler an elektrischen Anlagen	120
3.15.2 Herstellung und innerer Aufbau	93	4.7.3 Schutzmaßnahmen	120
3.15.3 Einteilung	93	4.7.4 Arbeit mit elektrischen Anlagen	122
3.15.4 Thermoplaste	94		
3.15.5 Duroplaste	95		
3.15.6 Elastomere	95		
3.16 Verbundwerkstoffe	96		
3.17 Hilfsstoffe	97	5 Steuerungstechnik	123
3.17.1 Schmierstoffe	97	5.1 Aufbau einer Steuerung	123
3.17.2 Kühlenschmierstoffe	98	5.2 Steuerungsarten	124
3.18 Werkstoffprüfung	99	5.2.1 Analoge, binäre und digitale Steuerungen	124
3.18.1 Werkstattprüfungen	99	5.2.2 Verknüpfungssteuerungen	125
3.18.2 Zugversuch	100	5.2.3 Ablaufsteuerungen	126
3.18.3 Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy .	101	5.2.4 Mechanische Steuerungen	127
3.18.4 Technologische Prüfungen	101	5.2.5 Pneumatische Steuerungen	128
3.18.5 Härteprüfungen	102	5.2.6 Hydraulische Steuerungen	131
3.18.6 Untersuchungen des inneren Aufbaus der Werkstoffe	103	5.2.7 Elektrische Steuerungen	134
3.19 Umweltschutz und Gesundheitsvorsorge im Metallbetrieb	104	5.2.8 Speicherprogrammierbare Steuerungen	135
3.19.1 Umgang mit Werk- und Hilfsstoffen	104	5.2.9 Numerische Steuerungen	136
3.19.2 Vermeiden von Schadstoffen	105	5.3 Beispiele für Steuerungen	137
3.19.3 Recycling und Entsorgung in metallverarbeitenden Betrieben	105	5.4 Lösung steuerungstechnischer Aufgaben	138
3.19.4 Gesundheitsgefährdende Stoffe im Metallbetrieb	107	5.5 Regelungen	140
3.20 Gesamt-Wiederholungsaufgaben	108	5.6 GRAFCET	141
4 Elektrotechnik	109	5.6.1 Erstellung	141
4.1 Grundbegriffe der Elektrotechnik	109	5.6.2 Elemente	142
4.1.1 Elektrischer Stromkreis	109	5.6.3 Transitionsbedingungen	143
4.1.2 Leitung der elektrischen Energie	109	5.6.4 Beispiel einer vereinfachten Ablaufsteuerung	144
4.1.3 Elektrischer Strom	110		
4.1.4 Elektrische Spannung	110		
4.1.5 Elektrischer Widerstand	110		
4.1.6 Ohm'sches Gesetz	111		
4.2 Schaltungarten	112		
4.2.1 Reihenschaltung	112		
4.2.2 Parallelschaltung	112		
4.3 Leistung und Wirkungsgrad	113		
4.4 Wirkungen des elektrischen Stromes	114		
4.4.1 Lichtwirkung	114		
4.4.2 Wärmewirkung	114		
4.4.3 Magnetische Wirkung	114		
4.4.4 Chemische Wirkung	114		
4.5 Bereitstellung elektrischer Energie	115		
4.5.1 Elektrischer Strom und Magnetismus	115		
4.5.2 Spannungszeugung durch Induktion	115		
		6 Technische Kommunikation	145
		6.1 Die Technische Zeichnung als Kommunikationsmittel	146
		6.1.1 Darstellungsarten	146
		6.1.2 Einzelteilzeichnungen	148
		6.1.3 Schnittdarstellung	152
		6.1.4 Bemaßung von Einzelteilen	153
		6.1.5 Gewindedarstellung	154
		6.1.6 Genormte Einzelteile	155
		6.1.7 Gruppenzeichnungen	156
		6.2 Tabellen und Diagramme	157
		6.2.1 Tabellen	157
		6.2.2 Diagramme	157
		6.3 Technische Kommunikation mithilfe von Plänen	158

Inhaltsverzeichnis

7	Kommunikation und Präsentation	159
7.1	Die Sprache als Kommunikationsmittel	159
7.1.1	Das Erstellen von Protokollen	159
7.1.2	Referate und Vorträge	160
7.1.3	Referatserstellung.	160
7.1.4	Der Vortrag des Referates	160
7.2	Kommunikation und Präsentation mithilfe von Präsentationssoftware	161
7.2.1	Einstellungen einer Präsentation.	161
8	Kostenrechnung	165
8.1	Die Preisermittlung.	165
8.1.1	Kostenarten	165
8.1.2	Kostenstellen.	167
8.1.3	Kalkulation und Betriebsabrechnung	167
8.1.4	Die Zuschlagskalkulation	167
8.2	Preiskontrolle	167
8.3	Kontrolle der Wirtschaftlichkeit	168
8.4	Beispiel einer Preisermittlung	168
Lernfeld 1		
Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen		
9	Trennen	169
9.1	Grundlagen der Trennverfahren	169
9.2	Zerteilen.	170
9.2.1	Keilschneiden	170
9.2.2	Scherschneiden.	171
9.3	Thermisches Trennen.	176
9.4	Spanen.	177
9.4.1	Spanen mit dem Meißel.	179
9.4.2	Sägen.	180
9.4.3	Feilen	183
9.5	Bohren	185
9.5.1	Bohrvorgang	185
9.5.2	Bohrwerkzeug	185
9.5.3	Querschneide und Vorschubkraft	186
9.5.4	Spiralbohrertypen.	186
9.5.5	Bohrerarten	187
9.5.6	Schneidstoffe der Bohrer	187
9.5.7	Verschleiß und Anschliff am Spiralbohrer	188
9.5.8	Schnittgeschwindigkeit beim Bohren	189
9.5.9	Spannen der Werkzeuge	190
9.5.10	Spannen der Werkstücke	190
9.5.11	Arbeitsregeln – Unfallverhütung	191
9.5.12	Bohrmaschinen.	191
9.6	Senken.	193
9.6.1	Arten und Verwendung von Senkern	193
9.6.2	Arbeitsregeln.	193
9.7	Reiben	194
9.7.1	Die Spanabnahme beim Reiben	194
9.7.2	Reibwerkzeug	194
9.7.3	Arten und Verwendung von Reibahlen.	195
9.7.4	Arbeitsregeln – Unfallverhütung	196
9.8	Gewindeschneiden.	196
9.8.1	Innengewindeschneiden von Hand.	197
9.8.2	Gewindebohrer.	197
9.8.3	Winkel an der Schneide	198
9.8.4	Arbeitsregeln zum Innengewindeschneiden von Hand.	198
9.8.5	Arbeitsregeln zum Innengewindeschneiden auf der Bohrmaschine	198
9.8.6	Maschinengewindebohrer	199
9.8.7	Außengewindeschneiden von Hand	199
9.8.8	Werkzeuge zum Außengewindeschneiden	200
9.8.9	Arbeitsregeln zum Außengewindeschneiden	200
10	Umformen	201
10.1	Einteilung der Umformverfahren	201
10.2	Technologische Grundlagen	202
10.2.1	Vorgänge im Gefüge.	202
10.2.2	Einfluss der Temperatur.	203
10.3	Biegen	204
10.3.1	Technologische Grundlagen	204
10.3.2	Biegen von Rohren	205
10.3.3	Biegen von Profilen.	206
10.4	Richten.	207
10.4.1	Richten von Hand	207
10.4.2	Richten durch Wärme.	208
10.4.3	Spannen von Blech.	208
10.5	Blechbearbeitungsverfahren	209
10.5.1	Technologische Grundlagen	209
10.5.2	Biegeumformen	210
10.5.3	Zuschnittlängen	212
10.5.4	Tiefziehen	212
10.5.5	Runden.	213
10.5.6	Schweißen	214
10.5.7	Einziehen	215
10.5.8	Bördeln	215
10.5.9	Falzen.	216
10.5.10	Blechversteifungen.	217
10.6	Projektaufgaben Computergehäuse	219
10.7	Projektaufgaben Kardangelenk	221
Lernfeld 2		
Fertigen von Bauelementen mit Maschinen		
11	Maschinen, Anlagen und Geräte	223
11.1	Systemtechnische Grundlagen	223
11.1.1	Funktionen technischer Systeme.	223

Inhaltsverzeichnis

11.2 Stoffverarbeitung im technischen System Werkzeugmaschine	225
11.2.1 Antriebe	226
11.2.2 Bewegungsenergie übertragende und/oder wandelnde Bauteile	226
11.2.3 Tragende und stützende Bauteile	228
11.2.4 Halte- und Spannvorrichtungen	229
11.2.5 Informationsverarbeitende Bauteile	230
11.2.6 Systemübersicht Bohrmaschine	230
12 Spannende Fertigung mit Werkzeugmaschinen	231
12.1 Bewegungen an Werkzeugmaschinen	231
12.2 Einflussgrößen der Zerspanung	232
12.3 Drehen	233
12.3.1 Drehvorgang – Drehverfahren	233
12.3.2 Drehwerkzeug	234
12.3.3 Drehmeißelarten	235
12.3.4 Schneidstoffe der Drehmeißel	235
12.3.5 Schnittgeschwindigkeit beim Drehen	236
12.3.6 Spannen der Werkzeuge	237
12.3.7 Spannen der Werkstücke	237
12.3.8 Drehmaschinen	238
12.4 Fräsen	240
12.4.1 Fräswerkzeuge	240
12.4.2 Arbeitsbewegungen	241
12.4.3 Einteilung der Fräsvorfahren	241
12.4.4 Arten der Fräser	242
12.4.5 Arbeit an Fräsmaschinen	243
12.5 Schleifen	246
12.5.1 Schleifwerkzeuge	246
12.5.2 Zerspanungsvorgang	248
12.5.3 Arbeit mit Schleifwerkzeugen	248
12.5.4 Schleifmaschinen und -verfahren	249
12.6 Projektaufgaben handgeführtes Gelenk – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen	250
13 Fügen	253
13.1 Physikalische Grundlagen	253
13.1.1 Kräfte und Kraftdarstellung	253
13.1.2 Gewichtskräfte	254
13.1.3 Reibungskräfte	254
13.1.4 Kräfte am Hebel	256
13.1.5 Arbeit, Energie, Leistung	256
13.1.6 Wirkungsgrad	257
13.2 Einteilung und Wirkweise	258
13.3 Schraubverbindung	259
13.3.1 Wirkweise der Schraubverbindungen	259
13.3.2 Einteilung der Gewinde	261
13.3.3 Elemente der Schraubverbindungen	264
13.3.4 Auswahl der Schraubverbindungen	267
13.3.5 Schraubwerkzeuge	268
13.4 Stift- und Bolzenverbindung	269
13.5 Keilverbindung	271
13.6 Federverbindung	272
13.7 Nieten	273
13.7.1 Nietarten	273
13.7.2 Kaltnieten	274
13.7.3 Warmnieten	274
13.8 Löten	275
13.8.1 Vorgänge beim Löten	275
13.8.2 Löttemperatur	276
13.8.3 Lötverfahren	277
13.8.4 Lote	277
13.8.5 Flussmittel	278
13.8.6 Erwärmung der Lötstelle	278
13.8.7 Arbeitstechniken beim Löten	278
13.9 Kleben	280
13.9.1 Wirkweise der Klebeverbindung	280
13.9.2 Klebstoffe für Metalle	280
13.9.3 Gestaltung und Herstellung der Klebeverbindung	281
13.9.4 Anwendungsbereiche	282
13.10 Schweißen	283
13.10.1 Pressschweißverfahren	283
13.10.2 Schmelzschweißverfahren	283
13.10.3 Gasschmelzschweißen	284
13.10.4 Lichtbogen-Schmelzschweißverfahren	289
13.10.5 Metall-Lichtbogenschweißen	291
13.10.6 Schutzgas-Schweißverfahren	293
13.11 Pressverbindungen	294
13.12 Rohrleitungen	295
13.12.1 Rohrarten	295
13.12.2 Rohrverbindungen	295
13.12.3 Rohrbefestigungen	297
13.13 Projektaufgaben Bohrvorrichtung	298
13.14 Projektaufgaben Werkstattwagen	301

Lernfeld 3

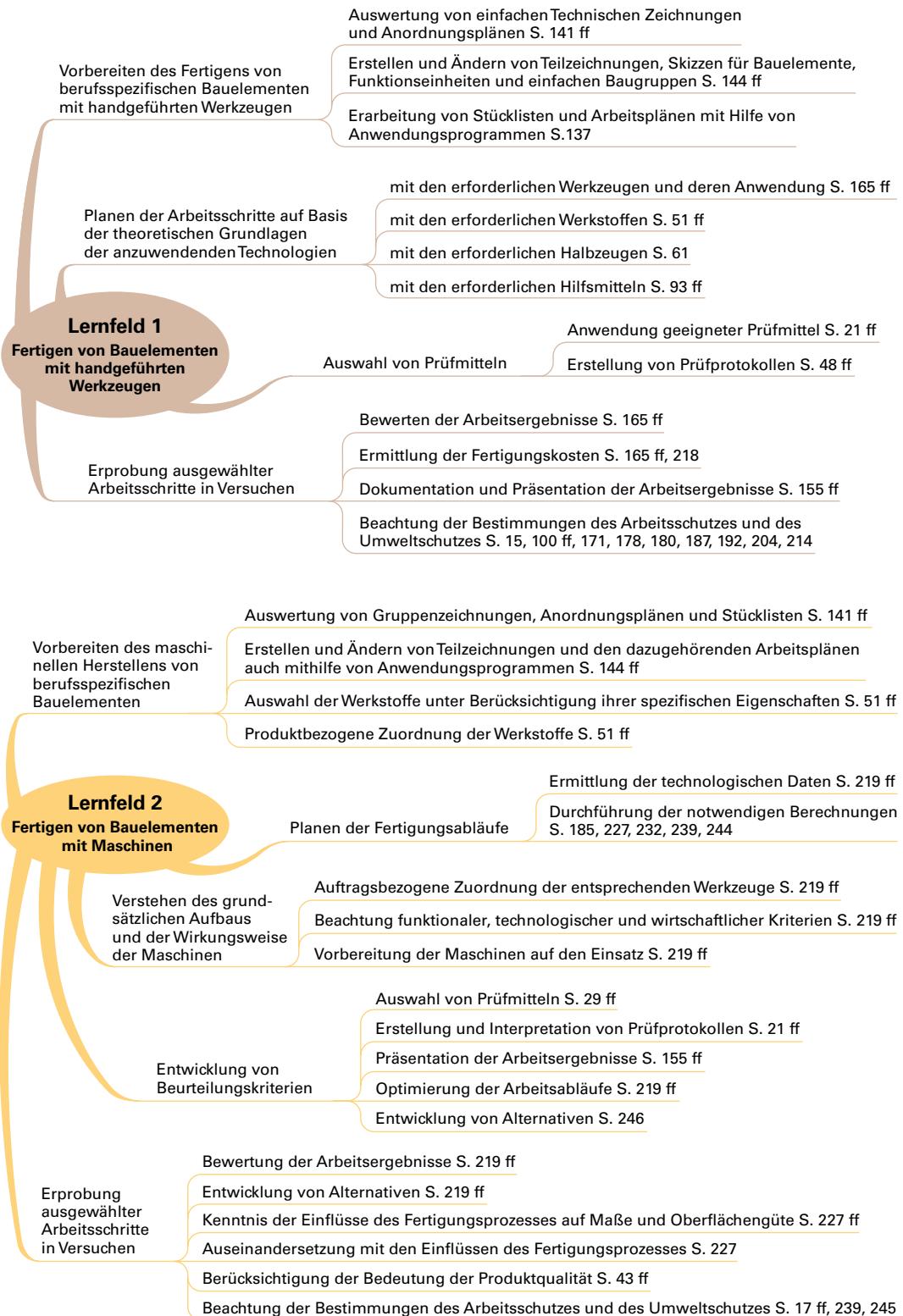
Herstellen von einfachen Baugruppen

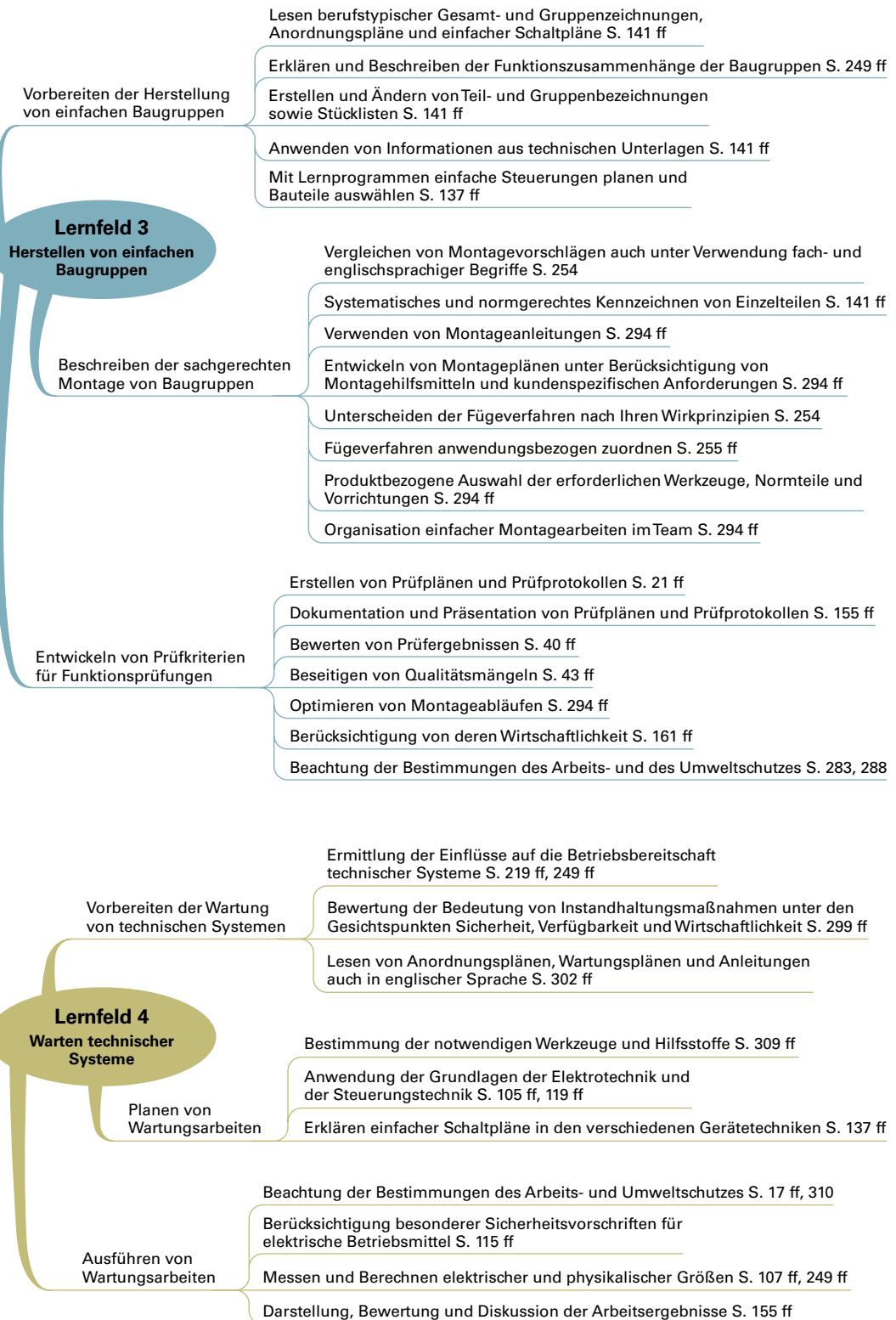
13 Fügen	253
13.1 Physikalische Grundlagen	253
13.1.1 Kräfte und Kraftdarstellung	253
13.1.2 Gewichtskräfte	254
13.1.3 Reibungskräfte	254
13.1.4 Kräfte am Hebel	256
13.1.5 Arbeit, Energie, Leistung	256
13.1.6 Wirkungsgrad	257
13.2 Einteilung und Wirkweise	258
13.3 Schraubverbindung	259
13.3.1 Wirkweise der Schraubverbindungen	259
13.3.2 Einteilung der Gewinde	261
13.3.3 Elemente der Schraubverbindungen	264
13.3.4 Auswahl der Schraubverbindungen	267
13.3.5 Schraubwerkzeuge	268

Lernfeld 4

Warten technischer Systeme

14 Warten von Maschinen und Geräten	303
14.1 Grundbegriffe der Instandhaltung	304
14.2 Instandhaltungskonzepte	305
14.3 Wartung	306
14.4 Inspektion	309
14.5 Instandsetzung	310
14.6 Verbesserungen	311
14.7 Reibung und Verschleiß	312
14.8 Pflege der Kühlshmierstoffe	313
14.9 Projektaufgaben Kreissäge	315
Sachwortverzeichnis	317
Verzeichnis wichtiger DIN-Normen und Bestimmungen	331
Bildquellenverzeichnis	333
Weiterführende Literatur	334





Einheitliche Strukturierung und Kennzeichnung technischer Objekte und Sachverhalte

Soll in einem Betrieb eine neue Produktionshalle in Stahlbauweise errichtet werden, stoßen bisher die unterschiedlichen Baupläne und Dokumentationen des Hoch- und Tiefbaus, Maschinen- und Anlagenbaus, der Installationstechnik und der Elektrotechnik aufeinander. Nur wenige Fachleute sind in der Lage den Gesamtüberblick zu bewahren. Fehlplanungen, Baufehler und Zeitverzögerungen sind die Folge.

Experten der Elektrotechnik, des chemischen Apparatebaus, der Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik sowie der Normenausschüsse Technische Grundlagen und Sachmerkmale, haben sich im Rahmen einer DIN-Erstellung darauf geeinigt, zukünftig industrielle Systeme, Anlage und Ausrüstungen und Industrieprodukte einheitlich zu strukturieren und mit gleicher Kennzeichnung auf Schaltplänen und anderen technischen Dokumenten zu versehen. Dadurch wird ein branchenübergreifendes Arbeiten wesentlich erleichtert.

In der DIN EN 81346-2 wird ein System von Kennbuchstaben beschrieben, welches über alle technischen Fachbereiche hinweg angewendet werden kann und soll. Diese, auf den ersten Blick unmögliche Aufgabe wird gelöst, indem keine speziellen Kennzeichen der Bauteile beschrieben werden, sondern eher die praktische Anwendung bzw. Auswirkung im Gesamtsystem. Zudem ist die Kennzeichnung so angelegt, dass trotz der branchenübergreifenden Kennzeichnung, der technische Fachbereich (z. B. Elektrotechnik oder Maschinenbautechnik) erkennbar ist, wenn dies erwünscht ist.

Der Konstrukteur legt also fest, ob die Klassifizierung (Einteilung) der Bauteile oder Objekte nach der Funktion, dem Material, der Farbe oder der Form erfolgen soll. Folgende Regeln sind dabei zu beachten:

- Bei Klassifizierung nach Objekt, Zweck oder Aufgabe muss die in der DIN-Tabelle vorgegebene Kennzeichnung (Tabelle 1 oder 3) eingehalten werden.
- Bei Zuordnung der Objekte nach Tabelle 1 oder 3, muss der Prozess hinsichtlich Zweck oder Aufgabe betrachtet werden ohne zu beschreiben, mit welchem technischen Gerät die Aufgabe realisiert werden soll. Wird beispielsweise ein elektrischer Widerstand verwendet um Wärme zu erzeugen, bekommt er den Kennbuchstaben „E“. Soll er als Bauteil zur Strombegrenzung dienen, wird der Buchstabe R vergeben.
- Übernimmt ein Bauteil mehrere Aufgaben, wird der Hauptzweck angegeben. Für Bauteile, für die kein Hauptzweck vergeben werden kann, ist der Kennbuchstabe „A“ reserviert.

Tabelle 1: Klassen von Objekten nach dem vorgesehenen Zweck oder der vorgesehenen Aufgabe (Auszug)

Kennbuchstabe	Vorgesehene(r) Zweck/Aufgabe des Objekts	Beispiele für Begriffe, die den/die vorgesehene(n) Zweck/Aufgabe von Objekten beschreiben	Beispiele für typische Mechanik-/Fluidkomponenten	Beispiele für typische elektrische Komponenten
E	Liefern von Strahlungs- oder Wärmeenergie	Kühlen Heizen Beleuchten Strahlen	Boiler Gefrierschrank Hochofen Gaslampe Heizung	Boiler Elektroheizung Elektrischer Radiator Leuchtstofflampe Lampe
R	Begrenzung oder Stabilisierung von Bewegung oder eines Flusses von Energie, Information oder Material	Blockieren Dämpfen Beschränken Begrenzen Stabilisieren	Blockiergerät Rückschlagventil Zaun Verriegelungsgerät Verlinkungseinrichtung	Diode Drosselspule Begrenzer Widerstand

Tabelle 2: Definition von und Kennbuchstaben für Unterklassen bezogen auf Hauptklassen (Auszug)

Hauptklasse M		
Bereitstellung von mechanischer Energie (mechanische Dreh- oder Linearbewegung) zu Antriebszwecken		
Kennbuchstaben	Definition der Unterklasse basierend auf der Art der Antriebskraft	Beispiele für Komponenten
MA	Antreiben durch elektromagnetische Wirkung	Elektromotor, Linearmotor
MB	Antreiben durch magnetische Wirkung	Betätigungspsule, Aktuator, Elektromagnet
MC	Nicht angewendet	
MD	Nicht angewendet	

Tabelle 3: Klassen von Infrastrukturobjekten (Auszug)

	Kennbuchstabe	Definition der Objektklasse	Beispiele
Objekte für gemeinsame Aufgaben	A	Objekte zum übergeordneten Management anderer Infrastrukturobjekte	Übergeordnetes Leitsystem
Objekte für Transporte	B	Reserviert für fachgebietebezogene	Siehe Beispiele in Tabelle 4.

Lernfeldübergreifende Fachgebiete

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 Mitarbeiter aller Beschäftigten.

Merk

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

1.1 Die Fertigung im Betrieb

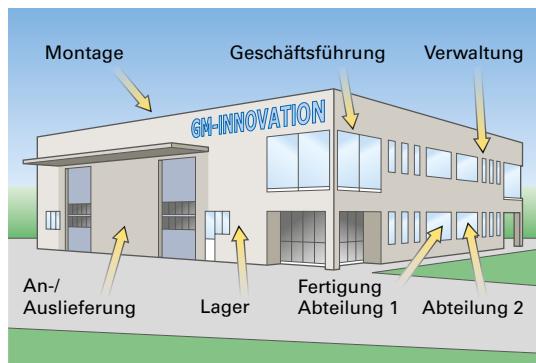
Der Zweck eines Unternehmens ist die Produktion von Waren oder das Angebot von Dienstleistungen sowie die Erzielung von Gewinn.

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



1 Warenvielfalt erfordert Kundenorientierung



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 Metalltechnikers



und Ausschuss und Nacharbeit führten zu hohen Kosten und Terminverzug. Deshalb musste häufig ein Strafgeld, 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.

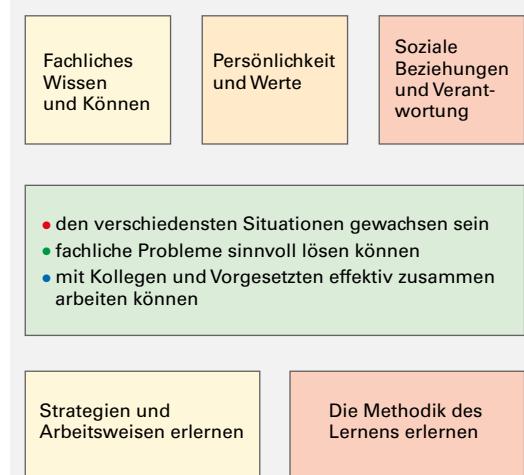
In der modernen Produktion erfordert die Aufteilung der Produktionsstufen in beispielsweise Konstruktion, Fertigung und Vertrieb, zuverlässige Dokumente und Wege. Alle Personen, die mit dem Produkt befasst sind, müssen ausreichend umfassend informiert werden. Dazu dienen die Zeichnungen, Unterlagen und Programmdateien der Technischen Kommunikation (Kapitel 6). Der Metalltechniker muss die darin enthaltenen Informationen lesen, fachgerecht deuten und bei Bedarf erstellen oder ändern können. Das ist nur mit grundlegenden Kenntnissen der Fertigungstechnik möglich (Kapitel 1).

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 Arbeitsalltags (Methodenkompetenz) in Zusammenarbeit mit Kollegen (Sozialkompetenz) zu lösen (Bild 1).

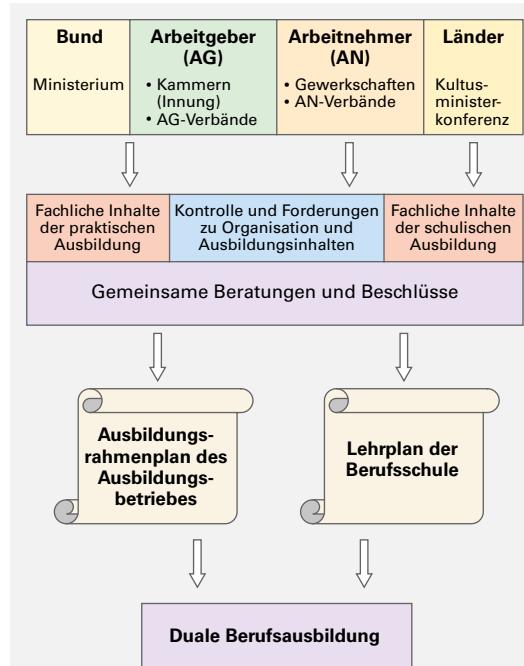
1.2 Das Berufsfeld Metalltechnik

Jahrhundertelang wurden technisches Berufswissen und handwerkliche Fähigkeiten vom Meister durch Vormachen, Nachmachen und Üben an seine Lehrlinge weitergegeben. Im 18. Jahrhundert erkannte man die Notwendigkeit einer theoretisch-technischen Ausbildung. 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 Anforderungen an die Persönlichkeit



2 Das duale Berufsausbildungssystem

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.

Merke

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.

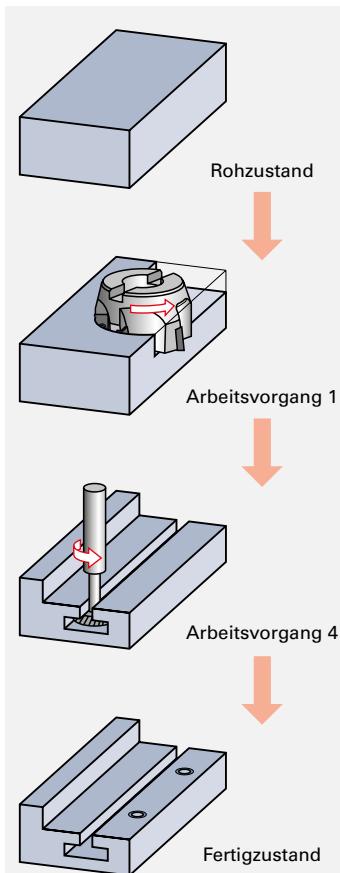
Fertigungshilfsstoffe

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

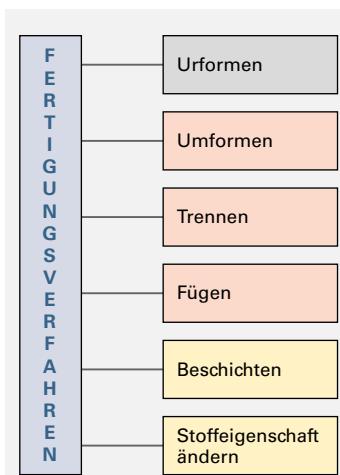
1.3.2 Einteilung der Fertigungsverfahren

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,

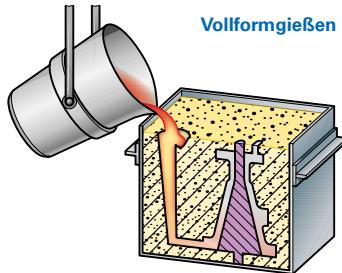
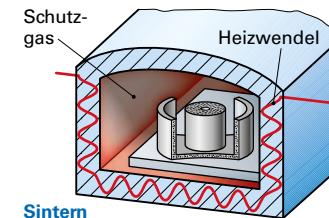
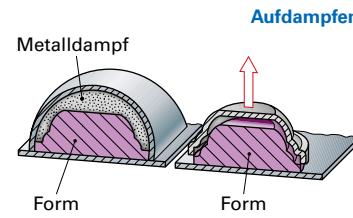
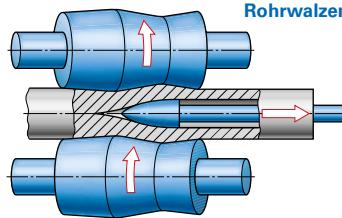
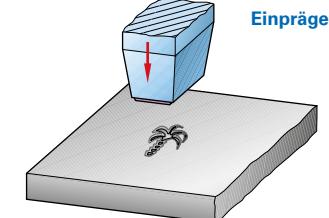
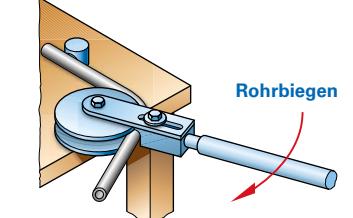
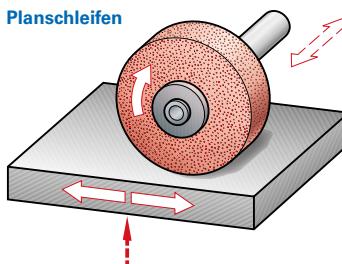
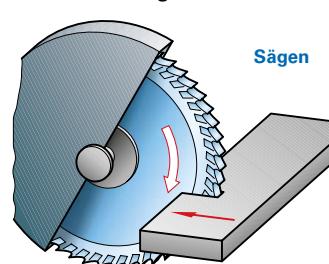
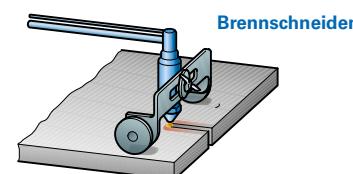
- wie der **Zusammenhalt der Stoffteilchen** hergestellt oder aufgehoben wird,
- wie die **geometrische Form** des festen Körpers geschaffen wird,
- wie sich die **Stoffeigenschaften** ändern.



1 Schema eines Fertigungsablaufs

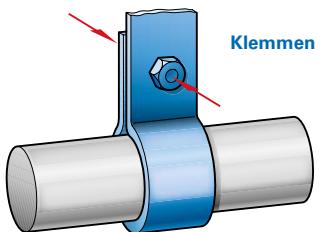


2 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren

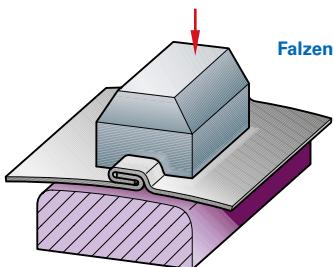
Fertigungshauptgruppen	Art der Fertigung	Einzelne Verfahren
1 Urformen		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Form des festen Körpers wird geschaffen ... ■ Der Zusammenhalt der Stoffteilchen wird hergestellt ... 	<ul style="list-style-type: none"> ● aus dem festen (pulverigen) Zustand ● aus dem flüssigen oder teigigen Zustand: ● aus dem gasförmigen Zustand: ● aus dem ionisierten Zustand: 	<ul style="list-style-type: none"> ► Sintern von Metallpulvern, Pressen von Kunstharzen; ► Gießen, Spritzen und Schäumen; ► Aufdampfen; ► Galvanoplastik.
 <p>Vollformgießen</p>  <p>Sintern</p>  <p>Aufdampfen</p>		
2 Umformen		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Form des festen Körpers wird plastisch geändert ... ■ Der Zusammenhalt der Stoffteilchen und die Masse bleiben erhalten... 	<ul style="list-style-type: none"> ● durch Zugkraft: ● durch Druckkraft: ● durch Zug- und Druckkraft: ● durch Schubkraft: ● durch ein Biegemoment: 	<ul style="list-style-type: none"> ► Streckrichten, Weiten, Tiefen; ► Walzen, Schmieden, Einprägen; ► Tiefziehen, Walzziehen; ► Verdrehen, Durchsetzen; ► Biegen, Runden, Wickeln.
 <p>Rohrwalzen</p>  <p>Einprägen</p>  <p>Rohrbiegen</p>		
3 Trennen		
<ul style="list-style-type: none"> ■ Die Form des Werkstücks wird geändert, die Endform ist in der Ausgangsform enthalten ... ■ Der Zusammenhalt der Stoffteilchen wird aufgehoben ... 	<ul style="list-style-type: none"> ● durch Zerteilen: ● durch Spanen: ● durch Abtragen: ● durch Zerlegen: ● durch Reinigen: 	<ul style="list-style-type: none"> ► Abschneiden, Reißen, Brechen; ► Bohren, Stoßen, Sägen, Schleifen; ► Brennschneiden, Ätzen, Erodieren; ► Auseinanderschrauben, Aushaken; ► Bürsten, Strahlen, Waschen.
 <p>Planschleifen</p>  <p>Sägen</p>  <p>Brennschneiden</p>		

4 Fügen

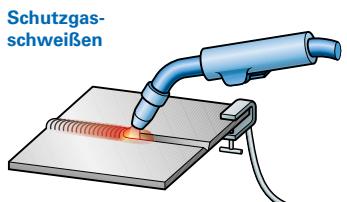
- Eine neue feste Form wird geschaffen durch Zusammenbringen mehrerer Werkstücke oder mit formlosem Stoff...
- Der Zusammenhalt der Stoffteilchen wird im Ganzen vermehrt oder auch örtlich neu geschaffen ...



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

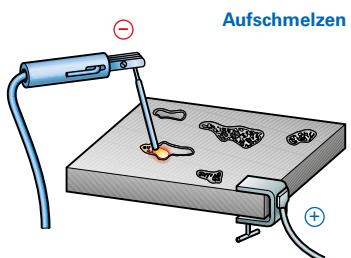


- ▶ Einlegen, Ineinanderschieben;
- ▶ Einfüllen, Tränken;
- ▶ Verschrauben, Klemmen;
- ▶ Ausgießen, Umgießen;
- ▶ Falzen, Vernieten, Verlappen;
- ▶ Schweißen, Löten, Kleben.

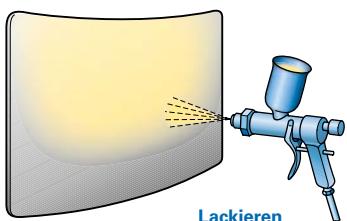


5 Beschichten

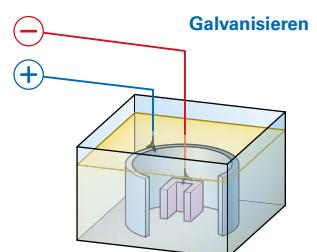
- Ein neuer Zusammenhalt der Stoffteilchen wird hergestellt ...
- Stoffteilchen werden auf einen festen Körper aufgebracht ...



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

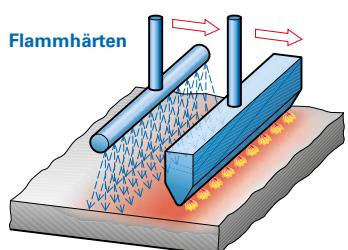


- ▶ Aufdampfen;
- ▶ Anstreichen, Spritzlackieren, Auftragschweißen;
- ▶ Galvanisieren;
- ▶ Pulveraufspritzen, Hammer plattieren.

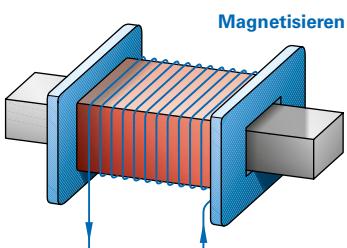


6 Stoffeigenschaft ändern

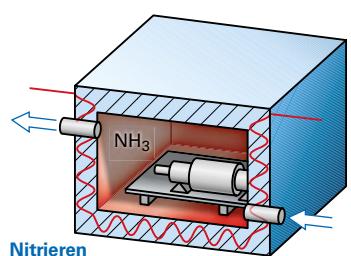
- Die feste Form des Werkstücks bleibt erhalten ...
- Die Lage der Stoffteilchen ändert sich und damit ändern sich die Eigenschaften des Werkstoffs ...



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



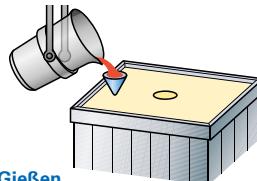
- ▶ Glühen, Härteln, Anlassen; Vergüten, Magnetisieren;
- ▶ Entkohlen (Tempern);
- ▶ Aufkohlen (Zementieren), Nitrieren.



1.3.3 Fertigungsablauf

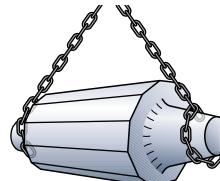
Zur Herstellung der meisten Produkte ist eine Reihe aufeinanderfolgender Fertigungsverfahren erforderlich. Am Beispiel einer Welle, die Teil einer größeren Baugruppe ist (z. B. Generator im Großkraftwerk), wird dies in der nachfolgenden Übersicht gezeigt.

Urformen



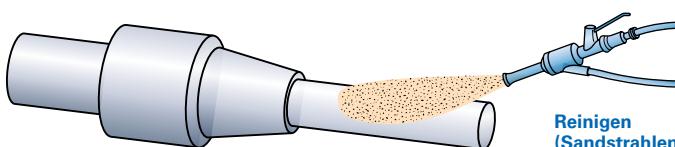
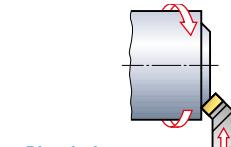
Gießen

Umformen

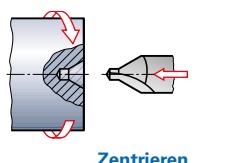


Freiformschmieden

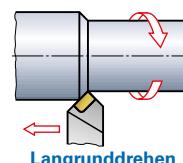
Trennen

Reinigen
(Sandstrahlen)

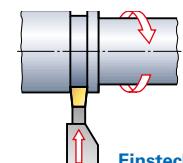
Plandrehen



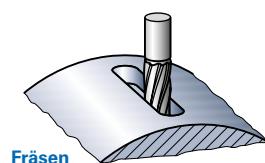
Zentrieren



Langrunddrehen

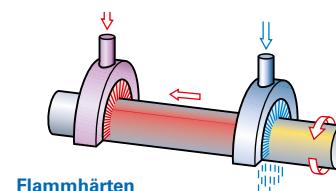
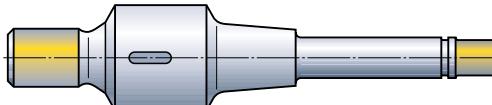


Einstechen



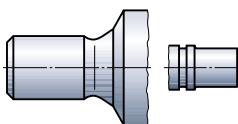
Fräsen

Stoffeigenschaft ändern

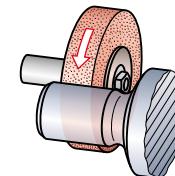


Flammhärten

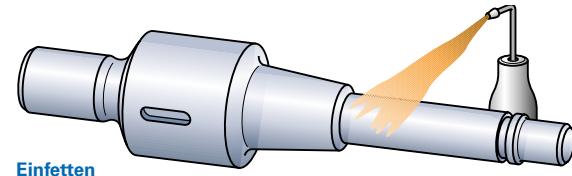
Trennen



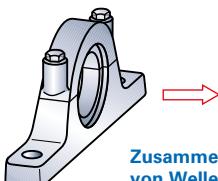
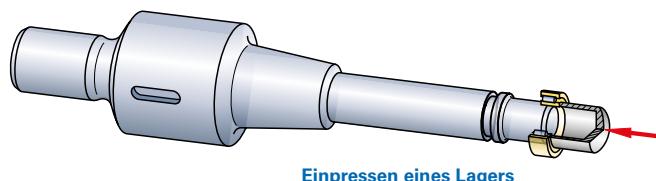
Rundschleifen



Einfetten



Fügen

Zusammenbauen – Montage
von Welle und Lagergehäuse

Einpressen eines Lagers

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

Merke

Maßnahmen zur Unfallverhütung am Arbeitsplatz werden durchgeführt, um Menschen und Einrichtungen vor Schäden zu bewahren.

Träger der gesetzlichen Unfallversicherung im gewerblichen Bereich sind die **Berufsgenossenschaften**, bei denen jeder Berufstätige in Industrie und Handwerk versichert sein muss. Sie haben **Unfallverhütungsvorschriften (UVV)** erlassen, die in jedem Betrieb ausgelegt werden müssen. Jeder Betriebsangehörige muss darüber informiert werden und sie sorgfältig 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, die über die Berufsgenossenschaften erhältlich sind.

Jeder Auszubildende sollte außerdem aus den „Allgemeinen Vorschriften“ (VBG 1) wenigstens die Paragrafen 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 abgeschirmt 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, gesundheitsschädliche Stoffe
heiße Oberflächen	z. B. Lichtbögen, glühende Werkstücke, 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
Gesetze Arbeitssicherheitsgesetz, Bundes-Immissionsschutzgesetz, Jugendarbeitsschutzgesetz
Verordnungen Gefahrenstoffverordnung, Arbeitszeitordnung, Arbeitsstättenverordnung u. a. m.
Unfallverhütungsvorschriften (UVV)
Regeln der Technik DIN-Normen, VOB u. a. m.



3 Logo der Unfallkassen und 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 ernsten 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 Abschalteinrichtungen) 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 verdeckte Korrosionserscheinungen.

Höhere Gewalt tritt auf, wenn Unfälle durch Sturmschäden, Blitzschlag, 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 grün 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;
- **Gebotszeichen** stellen auf blauer Kreisfläche in weiß die gebotene Schutzmaßnahme dar.
- **Gefährliche Arbeitsstoffe** signalisiert im rotem Quadrat ein Symbol der Gefahr;

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



Erste Hilfe

Richtungspfeil
(nicht genormt)Notausgang
(links)

2 Rettungszeichen



Für Fußgänger verboten

keine offene Flamme;
Feuer, offene Zündquelle
und Rauchen verboten

Für Flurförderzeuge verboten



Mit Wasser löschen verboten

3 Verbotszeichen

Warnung vor
elektrischer SpannungWarnung vor
schwebender Last

4 Warnzeichen



Atemschutz benutzen



Handschutz benutzen

5 Gebotszeichen

1.4.5 Erste Hilfe bei Unfällen im Betrieb

Jeder vierte Bundesbürger ist mindestens ein Mal in seinem Leben auf eine Erste Hilfe Maßnahme angewiesen. Dabei geht es nicht selten um Leben oder Tod! Die Arbeitsplätze in den Werkstätten sind zwar weitgehend durch Vorschriften und Sicherheitsmaßnahmen geschützt, jedoch führen insbesondere das außer Kraft setzen von Schutzeinrichtungen oder Unkenntnis weiterhin zu Unfällen oder anderen Notsituationen.

Es ist eigentlich unfassbar. Aber ungefähr 80 % der Menschen die erkennen, dass Andere Hilfe benötigen, tun das einzig Falsche – nämlich nichts. Als Gründe geben sie später bspw. an, sie hätten Angst gehabt sich zu blamieren, Falsches zu tun und deshalb rechtliche Konsequenzen zu erwarten oder sich mit irgendeiner Krankheit anzustecken. Alle Bedenken sind jedoch unbegründet. Zumaldest sofort Hilfe über den telefonischen **Notruf 112** oder lautes Rufen zu organisieren, sollte jedem möglich sein (Bild 1).

Merke

Der größte Fehler, den man beim Entdecken einer Notsituation machen kann, ist es nichts zu tun oder gar den Ort tatenlos zu verlassen.

Findet man eine hilflose oder offensichtlich stark verletzte Person auf, ist die Situation für den Ersthelfer meist unklar. Deshalb gilt es, sich ruhig und ohne selbst in Panik zu geraten einen Überblick zu verschaffen. Anschließend ist es oft wichtig die Unfallstelle zu sichern und die Liegestelle des Verletzten abzugrenzen. Manchmal muss der Verletzte aus einem Gefahrenbereich, wie den Wirkbereich einer Maschine oder dem Einfluss giftiger Dämpfe gerettet werden. Dabei muss unbedingt auf die eigene Sicherheit geachtet werden!

Sprechen Sie während dieser Maßnahmen weitere anwesende Personen direkt an: „Sie in dem roten T-Shirt. Rufen sie den Notruf an!“ oder „Herr Müller besorgen Sie schnell einen Verbandskasten!“ Damit verhindert man, dass Menschen einfach nur zusehen obwohl Hilfe dringend nötig ist. Das ist ein leider häufig zu beobachtendes Phänomen.

Ein Mensch braucht meine Hilfe – Was tun? Sollte der Verletzte ansprechbar sein, ist es immer sinnvoll ihn zu beruhigen, zu trösten und nicht allein zu lassen bis weitere Helfer eintreffen. Menschliche Zuwendung empfinden viele Betroffene als die wichtigste Hilfe nach dem Unfall. Ist der Verletzte nicht ansprechbar, müssen die Atmung geprüft und manchmal die Atemwege frei gemacht werden.

Ist bei einer Hilfe bedürftigen Person keine Atmung feststellbar, sucht der Helfer die Brustmitte und beginnt mit der **Herzdruckmassage**. Dazu wird der Brustkorb ungefähr zwei Mal pro Sekunde 5 bis 6 cm tief eingedrückt. Nach 30 Wiederholungen wird durch Mund oder Nase zwei Mal hintereinander ein Atemzug Luft eingepresst. Dabei ist sie jeweils andere Körperöffnung luftdicht abzuschließen. Diese Tätigkeiten müssen fortgeführt werden, bis eine selbstständige Atmung feststellbar ist oder der Sanitäter des Rettungsdienstes übernommen hat.

Unter bestimmten Bedingungen ist der Betrieb verpflichtet einen Automatisierten Externen Defibrillator (AED) anzuschaffen. Der Gebrauch ist am Gerät beschrieben oder wird durch eine Spracheinrichtung erklärt. Beenden Sie die Herzdruckmassage erst, wenn sich eine zweite Person ausreichend mit der Handhabung vertraut gemacht hat und der Einsatz sofort beginnen kann (Bild 2).

Atmet der Verletzte normal, sollte er in die **Stabile Seitenlage** gebracht werden. Diese gewährleistet eine bequeme Lage für den Betroffenen sowie die Freiheit der Atemwege.

Was tun bei stark blutenden Wunden?

Beim Umgang mit Maschinen und Werkzeugen zur Bearbeitung von Stählen treten kleine Verletzungen nicht selten auf. Diese sollten immer mit einem Wundverband vom betrieblichen Ersthelfer versorgt werden.



1 Rettungsleitstelle



2 Defibrillator



Starke Blutungen sollten nach Möglichkeit keimfrei abgedeckt und die weitere Blutung durch Druck unterbunden werden. Wurden Gliedmaßen abgerissen, sind diese zu suchen und dem Rettungssanitäter mitzugeben.

Merke

Alle Arbeitsunfälle müssen im betrieblichen Unfallbuch zeitnah vermerkt werden. Nur so können mögliche spätere Komplikationen als Arbeitsunfall bei der Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) geltend gemacht werden.

Schock – die unterschätzte Gefahr

Der Schock im medizinischen Sinne ist eine lebensbedrohlichen Reaktion des Körpers, der versucht seinen Blutdruck zu stabilisieren. Manchmal entsteht dadurch eine schwere Kreislaufstörung, die beispielsweise durch allergische Reaktionen, Herzversagen, starken Flüssigkeitsverlust, Blutverlust oder Blutvergiftung zustande kommt. Personen, die an einem Schock leiden, frieren oder zittern bei blasser, kalter Haut und haben kalten Schweiß auf der Stirn. Diese Erkennungsmerkmale müssen aber nicht alle gleichzeitig auftreten. Helfen kann hier vorerst nur das höher legen der Beine, zudecken um Wärmeverluste zu vermeiden und eine ruhige Zuwendung. Dabei müssen Atmung und Bewusstsein ständig kontrolliert werden.

Brandverletzungen

Bei der Bearbeitung von Metallen ist der Umgang mit heißen Werkstücken, Maschinenteilen oder Flüssigkeiten wie zum Beispiel Öle oder Schutzüberzüge selbstverständlich. Unfälle bei denen Verbrennungen am Körper entstehen passieren deshalb nicht nur beim Schweißen. Sollte eine Stelle am Unfallopfer brennen, muss das Feuer natürlich sofort gelöscht werden. Heiße Kleidungsstücke müssen schnell entfernt werden. Kleben diese an der Haut, dürfen sie **nicht** entfernt werden. Die Brandwunden sind anschließend mit nach Möglichkeit fließendem kalten Wasser ca. 10 Minuten zu kühlen. Der Betroffene muss gegen Auskühlung geschützt werden. Das geht am besten mit einer Rettungsdecke, die in jedem Sanitätskasten vorhanden sein muss (Bild 1).

Verätzungen und Vergiftungen

Säuren oder Laugen werden beispielsweise beim Galvanisieren oder der Werkstoffprüfung eingesetzt. Auch ätzende Gase, wie das zum Reinigen eingesetzte Chlor, können den Körper schwer schädigen. Diese Stoffe können die Haut, Augen sowie Nasen- und Mundschleimhäute, aber auch innere Organe zerstören. Verätzte Stellen ähneln Brandwunden und werden auch ähnlich behandelt. Äußerlich muss möglichst schnell mit viel Wasser dauerhaft gespült werden. Hat der Verletzte die Flüssigkeit verschluckt darf ein Erbrechen nicht künstlich erzeugt werden. Stattdessen soll in kleinen Schlucken möglichst viel Wasser getrunken werden. Verätzte Kleidungsstücke sind schnell aus zu ziehen. Wurde ein sonstiger giftiger Stoff verschluckt, muss der Mund kräftig ausgespült sowie die Art des Giftes und die verschluckte Menge ermittelt werden. Giftreste sind dem Rettungsteam zu zeigen.

Unfälle durch elektrischen Strom

Alle Werkzeugmaschinen werden mit elektrischem Strom, oft auch mit Kraftstrom betrieben. Wartungsfehler, verschlissene Stromkabel oder Manipulationen am Gerät provozieren Unfälle. Gelangt elektrischer Strom in den Körper, bringt dieser unsere normalen Körperfunktionen durcheinander. Die Muskulatur verkrampt, das Herz schlägt unregelmäßig oder kann aufhören zu schlagen, Körperflüssigkeiten können im Extremfall kochen. Wichtig für den Ersthelfer ist der Selbstschutz. Zuerst also Aus-Schalter betätigen, Stecker ziehen oder Sicherungen entfernen. Rettung aus Hochspannungsbereichen darf nur vom Fachpersonal durchgeführt werden! Die Erstversorgung erfolgt je nach Verletzung. Atmung und Kreislauf müssen ständig kontrolliert werden.



1 Sanitätskasten