



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

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

## Inhaltsverzeichnis

<b>7</b>	<b>Kommunikation und Präsentation . . . . .</b>	<b>159</b>
<b>7.1</b>	<b>Die Sprache als Kommunikationsmittel</b>	<b>159</b>
7.1.1	Das Erstellen von Protokollen . . . . .	159
7.1.2	Referate und Vorträge . . . . .	160
7.1.3	Referaterstellung . . . . .	160
7.1.4	Der Vortrag des Referates . . . . .	160
<b>7.2</b>	<b>Kommunikation und Präsentation mithilfe von Präsentationssoftware . . . . .</b>	<b>161</b>
7.2.1	Einstellungen einer Präsentation . . . . .	161
<b>8</b>	<b>Kostenrechnung . . . . .</b>	<b>165</b>
<b>8.1</b>	<b>Die Preisermittlung . . . . .</b>	<b>165</b>
8.1.1	Kostenarten . . . . .	165
8.1.2	Kostenstellen . . . . .	167
8.1.3	Kalkulation und Betriebsabrechnung . . . . .	167
8.1.4	Die Zuschlagskalkulation . . . . .	167
<b>8.2</b>	<b>Preiskontrolle . . . . .</b>	<b>167</b>
<b>8.3</b>	<b>Kontrolle der Wirtschaftlichkeit . . . . .</b>	<b>168</b>
<b>8.4</b>	<b>Beispiel einer Preisermittlung . . . . .</b>	<b>168</b>

### Lernfeld 1

#### Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

<b>9</b>	<b>Trennen . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>9.1</b>	<b>Grundlagen der Trennverfahren . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>9.2</b>	<b>Zerteilen . . . . .</b>	<b>170</b>
9.2.1	Keilschneiden . . . . .	170
9.2.2	Scherschneiden . . . . .	171
<b>9.3</b>	<b>Thermisches Trennen . . . . .</b>	<b>176</b>
<b>9.4</b>	<b>Spanen . . . . .</b>	<b>177</b>
9.4.1	Spanen mit dem Meißel . . . . .	179
9.4.2	Sägen . . . . .	180
9.4.3	Feilen . . . . .	183
<b>9.5</b>	<b>Bohren . . . . .</b>	<b>185</b>
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
<b>9.6</b>	<b>Senken . . . . .</b>	<b>193</b>
9.6.1	Arten und Verwendung von Senkern . . . . .	193
9.6.2	Arbeitsregeln . . . . .	193

<b>9.7</b>	<b>Reiben . . . . .</b>	<b>194</b>
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
<b>9.8</b>	<b>Gewindeschneiden . . . . .</b>	<b>196</b>
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

<b>10</b>	<b>Umformen . . . . .</b>	<b>201</b>
<b>10.1</b>	<b>Einteilung der Umformverfahren . . . . .</b>	<b>201</b>
<b>10.2</b>	<b>Technologische Grundlagen . . . . .</b>	<b>202</b>
10.2.1	Vorgänge im Gefüge . . . . .	202
10.2.2	Einfluss der Temperatur . . . . .	203
<b>10.3</b>	<b>Biegen . . . . .</b>	<b>204</b>
10.3.1	Technologische Grundlagen . . . . .	204
10.3.2	Biegen von Rohren . . . . .	205
10.3.3	Biegen von Profilen . . . . .	206
<b>10.4</b>	<b>Richten . . . . .</b>	<b>207</b>
10.4.1	Richten von Hand . . . . .	207
10.4.2	Richten durch Wärme . . . . .	208
10.4.3	Spannen von Blech . . . . .	208
<b>10.5</b>	<b>Blechbearbeitungsverfahren . . . . .</b>	<b>209</b>
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
<b>10.6</b>	<b>Projektaufgaben Computergehäuse . . . . .</b>	<b>219</b>
<b>10.7</b>	<b>Projektaufgaben Kardangelenk . . . . .</b>	<b>221</b>

### Lernfeld 2

#### Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

<b>11</b>	<b>Maschinen, Anlagen und Geräte . . . . .</b>	<b>223</b>
<b>11.1</b>	<b>Systemtechnische Grundlagen . . . . .</b>	<b>223</b>
11.1.1	Funktionen technischer Systeme . . . . .	223

## Inhaltsverzeichnis

<b>11.2 Stoffverarbeitung im technischen System Werkzeugmaschine</b> . . . . .	<b>225</b>	<b>13.4 Stift- und Bolzenverbindung</b> . . . . .	<b>269</b>
11.2.1 Antriebe . . . . .	226	<b>13.5 Keilverbindung</b> . . . . .	<b>271</b>
11.2.2 Bewegungsenergie übertragende und/oder wandelnde Bauteile . . . . .	226	<b>13.6 Federverbindung</b> . . . . .	<b>272</b>
11.2.3 Tragende und stützende Bauteile . . . . .	228	<b>13.7 Nieten</b> . . . . .	<b>273</b>
11.2.4 Halte- und Spannvorrichtungen . . . . .	229	13.7.1 Nietarten . . . . .	273
11.2.5 Informationsverarbeitende Bauteile . . . . .	230	13.7.2 Kaltnieten . . . . .	274
11.2.6 Systemübersicht Bohrmaschine . . . . .	230	13.7.3 Warmnieten . . . . .	274
<b>12 Spanende Fertigung mit Werkzeugmaschinen</b> . . . . .	<b>231</b>	<b>13.8 Löten</b> . . . . .	<b>275</b>
<b>12.1 Bewegungen an Werkzeugmaschinen</b> . . . . .	<b>231</b>	13.8.1 Vorgänge beim Löten . . . . .	275
<b>12.2 Einflussgrößen der Zerspanung</b> . . . . .	<b>232</b>	13.8.2 Löttemperatur . . . . .	276
<b>12.3 Drehen</b> . . . . .	<b>233</b>	13.8.3 Lötverfahren . . . . .	277
12.3.1 Drehvorgang – Drehverfahren . . . . .	233	13.8.4 Lote . . . . .	277
12.3.2 Drehwerkzeug . . . . .	234	13.8.5 Flussmittel . . . . .	278
12.3.3 Drehmeißelarten . . . . .	235	13.8.6 Erwärmung der Lötstelle . . . . .	278
12.3.4 Schneidstoffe der Drehmeißel . . . . .	235	13.8.7 Arbeitstechniken beim Löten . . . . .	278
12.3.5 Schnittgeschwindigkeit beim Drehen . . . . .	236	<b>13.9 Kleben</b> . . . . .	<b>280</b>
12.3.6 Spannen der Werkzeuge . . . . .	237	13.9.1 Wirkweise der Klebeverbindung . . . . .	280
12.3.7 Spannen der Werkstücke . . . . .	237	13.9.2 Klebstoffe für Metalle . . . . .	280
12.3.8 Drehmaschinen . . . . .	238	13.9.3 Gestaltung und Herstellung der Klebeverbindung . . . . .	281
<b>12.4 Fräsen</b> . . . . .	<b>240</b>	13.9.4 Anwendungsbereiche . . . . .	282
12.4.1 Fräswerkzeuge . . . . .	240	<b>13.10 Schweißen</b> . . . . .	<b>283</b>
12.4.2 Arbeitsbewegungen . . . . .	241	13.10.1 Pressschweißverfahren . . . . .	283
12.4.3 Einteilung der Fräsverfahren . . . . .	241	13.10.2 Schmelzschweißverfahren . . . . .	283
12.4.4 Arten der Fräser . . . . .	242	13.10.3 Gasschmelzschweißen . . . . .	284
12.4.5 Arbeit an Fräsmaschinen . . . . .	243	13.10.4 Lichtbogen-Schmelzschweißverfahren . . . . .	289
<b>12.5 Schleifen</b> . . . . .	<b>246</b>	13.10.5 Metall-Lichtbogenschweißen . . . . .	291
12.5.1 Schleifwerkzeuge . . . . .	246	13.10.6 Schutzgas-Schweißverfahren . . . . .	293
12.5.2 Zerspanungsvorgang . . . . .	248	<b>13.11 Pressverbindungen</b> . . . . .	<b>294</b>
12.5.3 Arbeit mit Schleifwerkzeugen . . . . .	248	<b>13.12 Rohrleitungen</b> . . . . .	<b>295</b>
12.5.4 Schleifmaschinen und -verfahren . . . . .	249	13.12.1 Rohrarten . . . . .	295
<b>12.6 Projektaufgaben handgeführtes Gelenk – Fertigen von Bauelementen mit Maschinen</b> . . . . .	<b>250</b>	13.12.2 Rohrverbindungen . . . . .	295
		13.12.3 Rohrbefestigungen . . . . .	297
		<b>13.13 Projektaufgaben Bohrvorrichtung</b> . . . . .	<b>298</b>
		<b>13.14 Projektaufgaben Werkstattwagen</b> . . . . .	<b>301</b>
<b>Lernfeld 3</b> <b>Herstellen von einfachen Baugruppen</b>		<b>Lernfeld 4</b> <b>Warten technischer Systeme</b>	
<b>13 Fügen</b> . . . . .	<b>253</b>	<b>14 Warten von Maschinen und Geräten</b> . . . . .	<b>303</b>
<b>13.1 Physikalische Grundlagen</b> . . . . .	<b>253</b>	<b>14.1 Grundbegriffe der Instandhaltung</b> . . . . .	<b>304</b>
13.1.1 Kräfte und Kraftdarstellung . . . . .	253	<b>14.2 Instandhaltungskonzepte</b> . . . . .	<b>305</b>
13.1.2 Gewichtskräfte . . . . .	254	<b>14.3 Wartung</b> . . . . .	<b>306</b>
13.1.3 Reibungskräfte . . . . .	254	<b>14.4 Inspektion</b> . . . . .	<b>309</b>
13.1.4 Kräfte am Hebel . . . . .	256	<b>14.5 Instandsetzung</b> . . . . .	<b>310</b>
13.1.5 Arbeit, Energie, Leistung . . . . .	256	<b>14.6 Verbesserungen</b> . . . . .	<b>311</b>
13.1.6 Wirkungsgrad . . . . .	257	<b>14.7 Reibung und Verschleiß</b> . . . . .	<b>312</b>
<b>13.2 Einteilung und Wirkweise</b> . . . . .	<b>258</b>	<b>14.8 Pflege der Kühlschmierstoffe</b> . . . . .	<b>313</b>
<b>13.3 Schraubverbindung</b> . . . . .	<b>259</b>	<b>14.9 Projektaufgaben Kreissäge</b> . . . . .	<b>315</b>
13.3.1 Wirkweise der Schraubverbindungen . . . . .	259	<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	<b>317</b>
13.3.2 Einteilung der Gewinde . . . . .	261	Verzeichnis wichtiger DIN-Normen und Bestimmungen . . . . .	331
13.3.3 Elemente der Schraubverbindungen . . . . .	264	Bildquellenverzeichnis . . . . .	333
13.3.4 Auswahl der Schraubverbindungen . . . . .	267	Weiterführende Literatur . . . . .	334
13.3.5 Schraubwerkzeuge . . . . .	268		

Vorbereiten des Fertigungs von berufsspezifischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

Auswertung von einfachen Technischen Zeichnungen und Anordnungsplänen S. 141 ff

Erstellen und Ändern von Teilzeichnungen, Skizzen für Bauelemente, Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen S. 144 ff

Erarbeitung von Stücklisten und Arbeitsplänen mit Hilfe von Anwendungsprogrammen S.137

Planen der Arbeitsschritte auf Basis der theoretischen Grundlagen der anzuwendenden Technologien

mit den erforderlichen Werkzeugen und deren Anwendung S. 165 ff

mit den erforderlichen Werkstoffen S. 51 ff

mit den erforderlichen Halbzeugen S. 61

mit den erforderlichen Hilfsmitteln S. 93 ff

### Lernfeld 1

#### Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

Auswahl von Prüfmitteln

Anwendung geeigneter Prüfmittel S. 21 ff

Erstellung von Prüfprotokollen S. 48 ff

Erprobung ausgewählter Arbeitsschritte in Versuchen

Bewerten der Arbeitsergebnisse S. 165 ff

Ermittlung der Fertigungskosten S. 165 ff, 218

Dokumentation und Präsentation der Arbeitsergebnisse S. 155 ff

Beachtung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes und des Umweltschutzes S. 15, 100 ff, 171, 178, 180, 187, 192, 204, 214

Vorbereiten des maschinellen Herstellens von berufsspezifischen Bauelementen

Auswertung von Gruppenzeichnungen, Anordnungsplänen und Stücklisten S. 141 ff

Erstellen und Ändern von Teilzeichnungen und den dazugehörigen Arbeitsplänen auch mithilfe von Anwendungsprogrammen S. 144 ff

Auswahl der Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften S. 51 ff

Produktbezogene Zuordnung der Werkstoffe S. 51 ff

### Lernfeld 2

#### Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

Planen der Fertigungsabläufe

Ermittlung der technologischen Daten S. 219 ff

Durchführung der notwendigen Berechnungen S. 185, 227, 232, 239, 244

Verstehen des grundsätzlichen Aufbaus und der Wirkungsweise der Maschinen

Auftragsbezogene Zuordnung der entsprechenden Werkzeuge S. 219 ff

Beachtung funktionaler, technologischer und wirtschaftlicher Kriterien S. 219 ff

Vorbereitung der Maschinen auf den Einsatz S. 219 ff

Entwicklung von Beurteilungskriterien

Auswahl von Prüfmitteln S. 29 ff

Erstellung und Interpretation von Prüfprotokollen S. 21 ff

Präsentation der Arbeitsergebnisse S. 155 ff

Optimierung der Arbeitsabläufe S. 219 ff

Entwicklung von Alternativen S. 246

Erprobung ausgewählter Arbeitsschritte in Versuchen

Bewertung der Arbeitsergebnisse S. 219 ff

Entwicklung von Alternativen S. 219 ff

Kenntnis der Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maße und Oberflächengüte S. 227 ff

Auseinandersetzung mit den Einflüssen des Fertigungsprozesses S. 227

Berücksichtigung der Bedeutung der Produktqualität S. 43 ff

Beachtung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes und des Umweltschutzes S. 17 ff, 239, 245



Vorbereiten der Herstellung  
von einfachen Baugruppen

### Lernfeld 3 Herstellen von einfachen Baugruppen

Beschreiben der sachgerechten  
Montage von Baugruppen

Entwickeln von Prüfkriterien  
für Funktionsprüfungen

Lesen berufstypischer Gesamt- und Gruppenzeichnungen,  
Anordnungspläne und einfacher Schaltpläne S. 141 ff

Erklären und Beschreiben der Funktionszusammenhänge der Baugruppen S. 249 ff

Erstellen und Ändern von Teil- und Gruppenbezeichnungen  
sowie Stücklisten S. 141 ff

Anwenden von Informationen aus technischen Unterlagen S. 141 ff

Mit Lernprogrammen einfache Steuerungen planen und  
Bauteile auswählen S. 137 ff

Vergleichen von Montagevorschlägen auch unter Verwendung fach- und  
englischsprachiger Begriffe S. 254

Systematisches und normgerechtes Kennzeichnen von Einzelteilen S. 141 ff

Verwenden von Montageanleitungen S. 294 ff

Entwickeln von Montageplänen unter Berücksichtigung von  
Montagehilfsmitteln und kundenspezifischen Anforderungen S. 294 ff

Unterscheiden der Fügeverfahren nach Ihren Wirkprinzipien S. 254

Fügeverfahren anwendungsbezogen zuordnen S. 255 ff

Produktbezogene Auswahl der erforderlichen Werkzeuge, Normteile und  
Vorrichtungen S. 294 ff

Organisation einfacher Montagearbeiten im Team S. 294 ff

Erstellen von Prüfplänen und Prüfprotokollen S. 21 ff

Dokumentation und Präsentation von Prüfplänen und Prüfprotokollen S. 155 ff

Bewerten von Prüfergebnissen S. 40 ff

Beseitigen von Qualitätsmängeln S. 43 ff

Optimieren von Montageabläufen S. 294 ff

Berücksichtigung von deren Wirtschaftlichkeit S. 161 ff

Beachtung der Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes S. 283, 288

Vorbereiten der Wartung  
von technischen Systemen

### Lernfeld 4 Warten technischer Systeme

Planen von  
Wartungsarbeiten

Ausführen von  
Wartungsarbeiten

Ermittlung der Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft  
technischer Systeme S. 219 ff, 249 ff

Bewertung der Bedeutung von Instandhaltungsmaßnahmen unter den  
Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit S. 299 ff

Lesen von Anordnungsplänen, Wartungsplänen und Anleitungen  
auch in englischer Sprache S. 302 ff

Bestimmung der notwendigen Werkzeuge und Hilfsstoffe S. 309 ff

Anwendung der Grundlagen der Elektrotechnik und  
der Steuerungstechnik S. 105 ff, 119 ff

Erklären einfacher Schaltpläne in den verschiedenen Gerätetechniken S. 137 ff

Beachtung der Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes S. 17 ff, 310

Berücksichtigung besonderer Sicherheitsvorschriften für  
elektrische Betriebsmittel S. 115 ff

Messen und Berechnen elektrischer und physikalischer Größen S. 107 ff, 249 ff

Darstellung, Bewertung und Diskussion der Arbeitsergebnisse S. 155 ff

## 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:

1. Bei Klassifizierung nach Objekt, Zweck oder Aufgabe muss die in der DIN-Tabelle vorgegebene Kennzeichnung (Tabelle 1 oder 3) eingehalten werden.
2. 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.
3. 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 Verklünnungseinrichtung	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	Betätigungsspule, 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 spezielle Aufgaben	B	Reserviert für fachgebietsbezogene Aufgaben	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 Mitarbeit aller Beschäftigten.

#### Merke

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



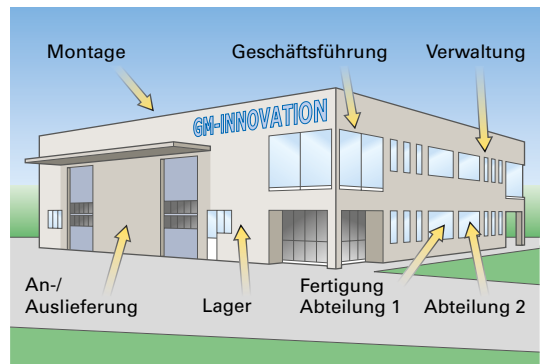
1 Warenvielfalt erfordert Kundenorientierung

### 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



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

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.

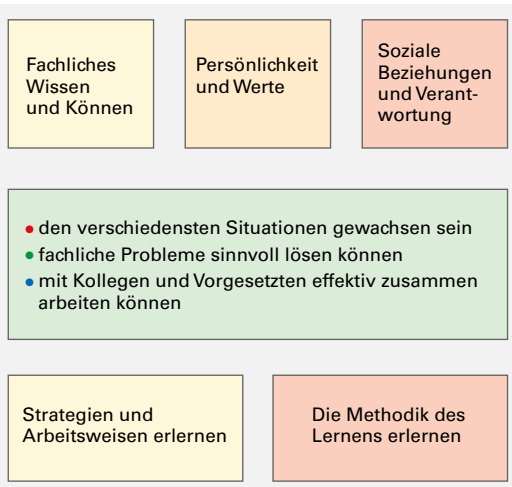
In der modernen Produktion erfordert die Aufteilung der Produktionsschritte in beispielsweise Konstruktion, Fertigung und Vertrieb, zuverlässige Dokumente und Wege. Alle Personen, die mit dem Produkt befasst sind, müssen ausreichend umfassend informiert werden. Dazu dienen die Zeichnungen, Unterlagen 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 Arbeitsalltages (Methodenkompetenz) in Zusammenarbeit mit Kollegen (Sozialkompetenz) zu lösen (Bild 1).

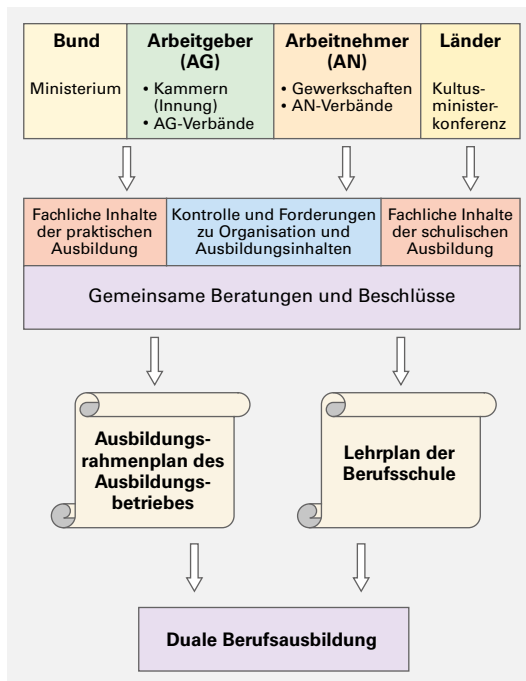
## 1.2 Das Berufsfeld Metalltechnik

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 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.

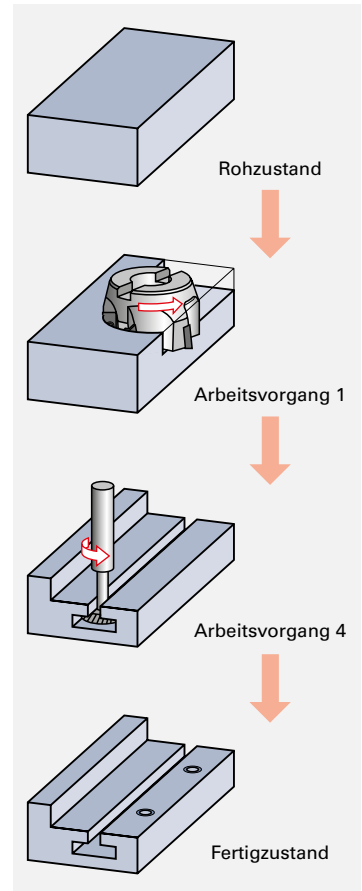
#### Fertigungshilfsstoffe

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

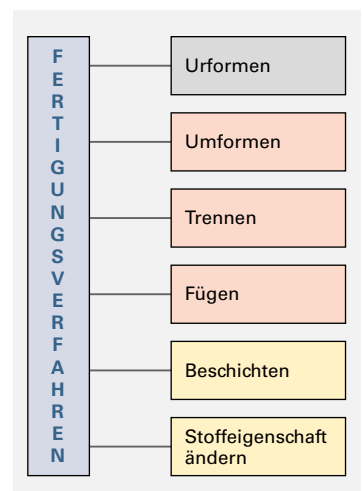
### 1.3.2 Einteilung der Fertigungsverfahren

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 Fertigungsablaufes



2 Hauptgruppen der Fertigungsverfahren

## Fertigungshauptgruppen

## Art der Fertigung

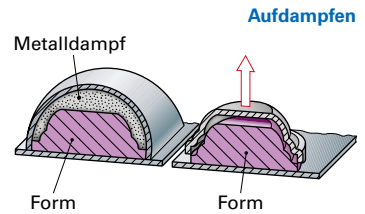
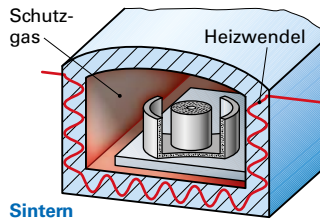
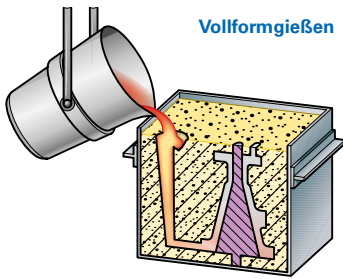
## Einzelne Verfahren

### 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.

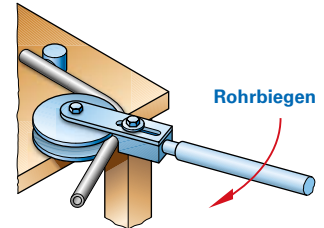
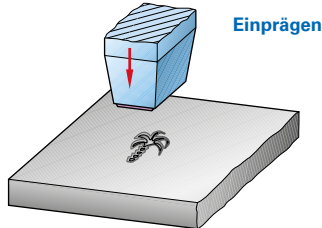
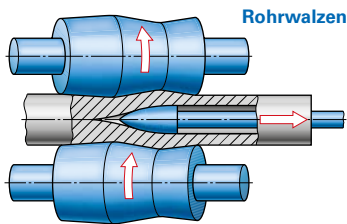


### 2 Umformen

- 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.

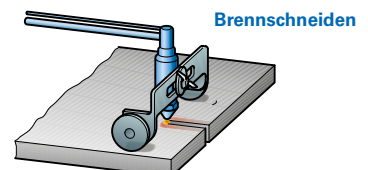
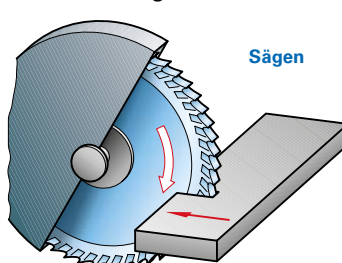
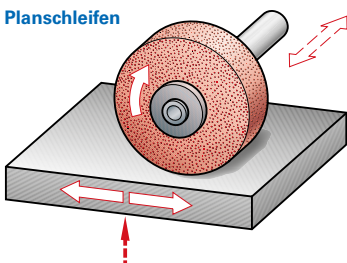


### 3 Trennen

- 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.



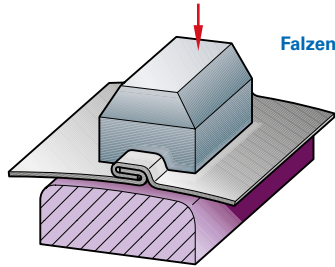
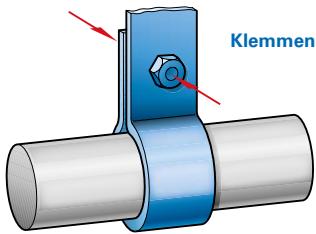


#### 4 Fügen

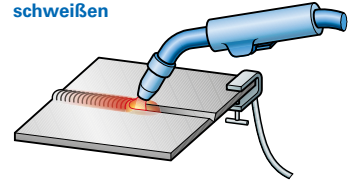
- Eine neue feste Form wird geschaffen durch Zusammenbringen mehrerer Werkstücke oder mit formlosem Stoff...
- Der Zusammenhalt der Stoffteilchen wird im Ganzen vermehrt oder auch örtlich neu geschaffen ...

- 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.



Schutzgas-schweißen

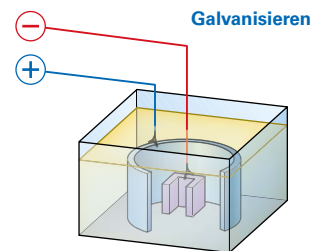
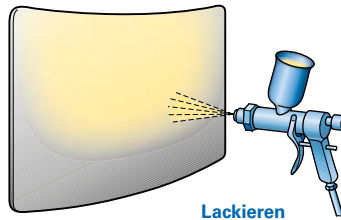
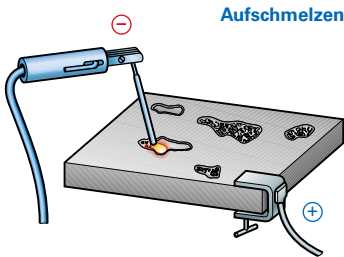


#### 5 Beschichten

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

- aus dem gas- oder dampf-förmigen 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, Hammer plattieren.

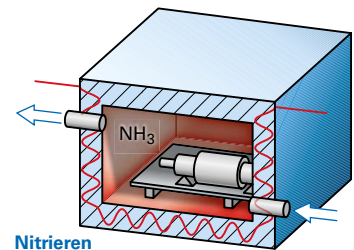
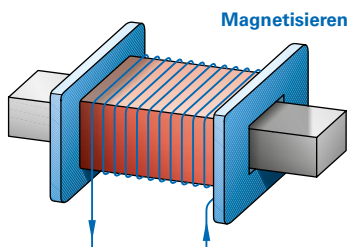
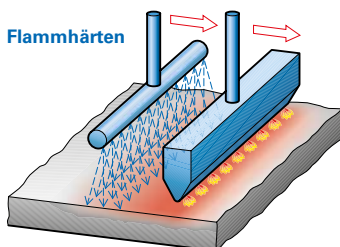


#### 6 Stoffeigenschaft ändern

- 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:

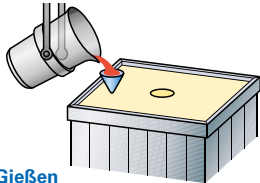
- ▶ Glühen, Härten, Anlassen; Vergüten, Magnetisieren;
- ▶ Entkohlen (Tempern);
- ▶ Aufkohlen (Zementieren), Nitrieren.



### 1.3.3 Fertigungsablauf

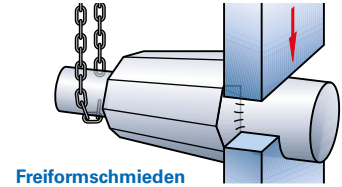
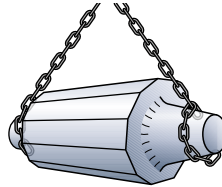
Zur Herstellung der meisten Produkte ist eine Reihe aufeinanderfolgender Fertigungsverfahren erforderlich. Am Beispiel einer Welle, die Teil einer größeren Baugruppe ist (z. B. Generator im Großkraftwerk), wird dies in der nachfolgenden Übersicht gezeigt.

#### Urformen



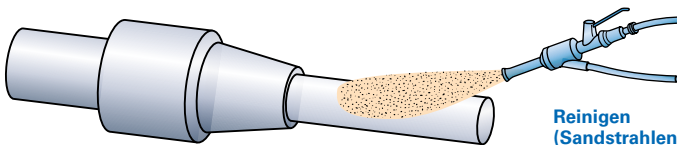
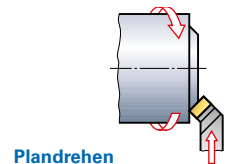
Gießen

#### Umformen

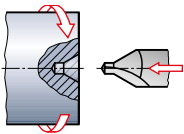


Freiformschmieden

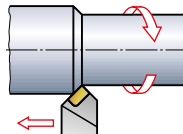
#### Trennen


Reinigen  
(Sandstrahlen)


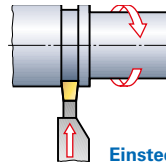
Plandrehen



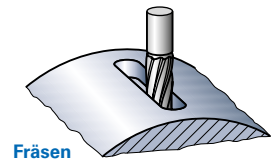
Zentrieren



Langrunddrehen

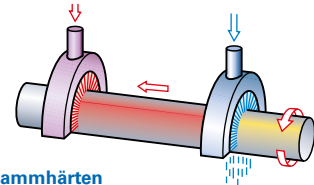
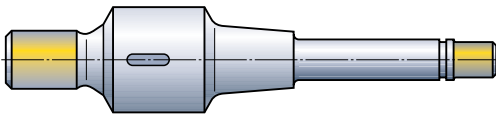


Einstechen



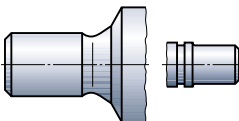
Fräsen

#### Stoffeigenschaft ändern

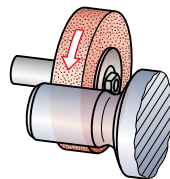


Flammhärten

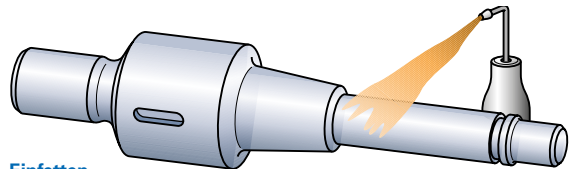
#### Trennen



Rundschleifen

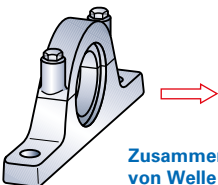
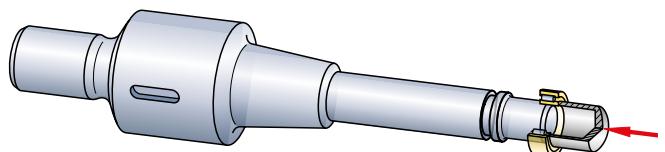


#### Beschichten



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 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

<b>bewegte Gegenstände</b>	z. B. rotierendes Werkzeug, schwebende oder fallende Lasten
<b>elektrische Spannung</b>	z. B. spannungsführende Anlagenteile, Blitz
<b>Chemikalien</b>	z. B. Giftstoffe, Säuren und Laugen, Kühlschmiermittel, gesundheitsschädliche Stoffe
<b>heiße Oberflächen</b>	z. B. Lichtbogen, glühende Werkstücke, siedende Flüssigkeiten
<b>Lärm</b>	z. B. beim Richten von Blech
<b>Strahlung</b>	z. B. Radioaktivität, Röntgenstrahlen, UV-Strahlen
<b>Materialschäden</b>	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.



**UK|BG**

Unfallkassen und  
Berufsgenossenschaften  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

#### 3 Logo der Unfallkassen und Berufsgenossenschaften

#### 4 Schutzausrüstungen für (Beispiele)

<b>Kopf</b>	Schutzhelm, Haarnetz
<b>Gesicht</b>	Brille, Schutzschild
<b>Gehör</b>	Stöpsel, Kapseln
<b>Lunge</b>	Atemmaske mit Filtergerät oder Frischluftgerät
<b>Hände, Füße</b>	Handschuhe, Sicherheitsschuhe
<b>Körper</b>	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 ernststen 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 Werkstoffmüdigungen, undichte Stellen in Leitungen, gelockerte Verbindungen oder versteckte Korrosionserscheinungen.

**Höhere Gewalt** tritt auf, wenn Unfälle durch Sturm- schäden, 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 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 Flurförder-  
zeuge verboten



Mit Wasser  
löschen verboten

#### 3 Verbotzeichen



Warnung vor  
elektrischer Spannung



Warnung 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. Zumindest 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.



1 Sanitätskasten

### 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 verkrampft, 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.