



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

METALLTECHNIK

Metallbau- und Fertigungstechnik

Grundbildung

12. überarbeitete Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und Ingenieuren

Lektorat: Thomas Hillebrand

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
Lämmlein, Gerhard	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Neustadt/Wstr.

Lektorat und Leitung des Arbeitskreises:

Thomas Hillebrand, Wipperfürth

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 sowie Herrn Manfred Kluge, der den Arbeitskreis von der 9. bis zur 11. Auflage geleitet hat.

Bildbearbeitung:

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

Grafische Produktionen Neumann,
97222 Rimpar

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.

12. Auflage 2023

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-1281-0

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

© 2023 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten,
www.europa-lehrmittel.de

Satz: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar

Umschlag: Blick Kick Kreativ KG, 42653 Solingen

Umschlagfoto: Bildmaterial des Arbeitskreises; © Adobe Systems Software Ireland Limited: U. J. Alexander; © xy

Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

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 stehen als Bilder-Paket im virtuellen Medienregal EUROPATHEK zur Verfügung. Zahlreiche Projektaufgaben unterstützen den Bezug zur Praxis. Separat erhältlich ist ein Download-Paket (Europa-Nr.: 10957D) mit den Lösungen zu allen Kenntnisfragen und den Projektaufgaben, das dem Unterrichtenden die Arbeit erleichtern kann und den Schülern zur Kontrolle dient. Weitere Projektaufgaben sind im Arbeitsbuch Metallbautechnik Grundstufe (Europa-Nr. 17390) enthalten.

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

Die jetzt vorliegende 12. Auflage aktualisiert die 11. Auflage und wurde anhand der Zusatzmaterialien unserer digitalen Bücher mit Animationen und interaktiven Simulationen dem Stand der Technik angepasst. Die Inhalte sind auch zur Darstellung auf kleinen Displays (Smartphone, Tablet) geeignet. Die vorliegende Auflage enthält einen Freischaltcode im hinteren Teil des Buches. Dessen Einlösung ermöglicht die Nutzung des **vollständigen digitalen Buches für die Dauer eines Jahres gratis** (ohne automatische Verlängerung). Über das verlagseigene Medien-Regal EUROPATHEK kann damit auf die **im Buch mit QR-Codes/Shortlinks gekennzeichneten Zusatzmaterialien** zugegriffen werden.

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

Lernfeldübergreifende Fachgebiete.....	11	3.2 Werkstoffeigenschaften.....	56
1 Einführung in die Fertigungstechnik ..	11	3.3 Rohstoffe, Hilfsstoffe, Werkstoffe	59
1.1 Die Fertigung im Betrieb	11	3.4 Roheisengewinnung	60
1.2 Das Berufsfeld Metalltechnik	12	3.5 Stahlherstellung	61
1.3 Grundlagen der Fertigungstechnik ...	13	3.5.1 Umwandlung von Roheisen in Stahl. ...	61
1.3.1 Struktur der Fertigungstechnik	13	3.5.2 Stahlherstellung mit dem Sauerstoff- Blasverfahren	61
1.3.2 Einteilung der Fertigungsverfahren ...	13	3.5.3 Stahlherstellung mit dem Elektrostahlverfahren	61
1.3.3 Fertigungsablauf	16	3.5.4 Nachbehandlung des flüssigen Stahls	62
1.4 Arbeitsschutz	17	3.6 Verarbeitung zu Stahlerzeugnissen... 62	
1.4.1 Unfallverhütung	17	3.6.1 Warmwalzen	63
1.4.2 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen ..	17	3.6.2 Herstellen von Rohren und Hohlprofilen	64
1.4.3 Unfallursachen	18	3.6.3 Kaltumformen.....	64
1.4.4 Sicherheitszeichen	18	3.7 Genormte Fertigerzeugnisse und ihre Bestellung	65
1.4.5 Erste Hilfe bei Unfällen im Betrieb ...	19	3.8 Einteilung und Zusammensetzung der Stähle und Gusseisenwerkstoffe	66
1.5 Kennzeichnen und Anreißen	21	3.9 Wichtige Stähle und Gusseisenwerkstoffe	67
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 Flacherzeugnisse (Bleche und Band)	71
2 Prüftechnik und Qualitätsmanagement .	25	3.9.4 Nichtrostende Stähle.....	72
2.1 Grundlagen der Prüftechnik	25	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 für Stähle, Gusseisenwerkstoffe und Stahlguss ..	75
2.1.3 Prüfen – Messen – Lehren	26	3.10 Der innere Aufbau der Metalle	76
2.1.4 Prüffarten	27	3.10.1 Blick ins Werkstoffinnere	76
2.1.5 Maßangaben	27	3.10.2 Kristallgittertypen der Metalle.....	77
2.2 Toleranzen und Passungen	29	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	3.11 Wärmebehandlung der Stähle	79
2.3 Prüfmittel	33	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	3.12 Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	82
2.3.5 Hilfsmittel	43	3.12.1 Kupfer und Kupferlegierungen	82
2.4 Prüfabweichungen	44	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	3.13 Sinterwerkstoffe	87
2.4.3 Größe der Abweichung.....	44	3.14 Korrosion und Korrosionsschutz	88
2.4.4 Ursachen von Prüfabweichungen....	45	3.14.1 Korrosionsursachen	88
2.5 Auswahl der Prüfmittel – Messübung .	46	3.14.2 Erscheinungsbilder der Korrosion....	89
2.6 Qualitätsmanagement	47	3.14.3 Passivierung der Metalloberflächen... 89	
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		

Inhaltsverzeichnis

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

6.2.2	Diagramme	157
6.3	Technische Kommunikation mithilfe von Plänen.	158
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 (Kalkulation)	168

Lernfeld 1

Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

9	Trennen	169
9.1	Grundlagen der mechanischen Trennverfahren.	169
9.2	Zerteilen	170
9.2.1	Keilschneiden	170
9.2.2	Scherschneiden	171
9.3	Thermisches Trennen – Brennschneiden	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 Innengewinde-schneiden 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	Einteilung der Umformverfahren	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	Blecbearbeitungsverfahren	209
10.5.1	Technologische Grundlagen des Biegens von Blechen	209
10.5.2	Biegeumformen	210
10.5.3	Zuschnittlängen	212
10.5.4	Tiefziehen	212
10.5.5	Runden	213
10.5.6	Schweifen	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

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	Spanende 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 Fräsverfahren	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

Lernfeld 3 Herstellen von einfachen Baugruppen

13	Fügen	253
13.1	Physikalische Grundlagen	253
13.1.1	Kräfte und Kräftedarstellung	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	Arbeitsstechniken 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 der Klebeverbindungen	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 – Herstellen von einfachen Baugruppen, Montage	298

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 Kühlschmierstoffe	313
14.9	Projektaufgaben Kreissäge	315

Sachwortverzeichnis	317
Wichtige DIN-Normen und Bestimmungen	331
Bildquellenverzeichnis	333
Weiterführende Literatur	334

Vorbereiten des Fertigungs von berufsspezifischen Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

Auswertung von einfachen Technischen Zeichnungen und Anordnungsplänen S. 145 ff.

Erstellen und Ändern von Teilzeichnungen, Skizzen für Bauelemente, Funktionseinheiten und einfachen Baugruppen S. 148 ff.

Erarbeitung von Stücklisten und Arbeitsplänen mithilfe von Anwendungsprogrammen S. 141

Planen der Arbeitsschritte auf Basis der theoretischen Grundlagen der anzuwendenden Technologien

mit den erforderlichen Werkzeugen und deren Anwendung S. 169 ff.

mit den erforderlichen Werkstoffen S. 55 ff.

mit den erforderlichen Halbzeugen S. 65

mit den erforderlichen Hilfsmitteln S. 97 ff.

Lernfeld 1

Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen

Anwendung geeigneter Prüfmittel S. 25 ff.

Auswahl von Prüfmitteln

Erstellung von Prüfprotokollen S. 52 ff.

Erprobung ausgewählter Arbeitsschritte in Versuchen

Bewerten der Arbeitsergebnisse S. 165 ff.

Ermittlung der Fertigungskosten S. 165 ff.

Dokumentation und Präsentation der Arbeitsergebnisse S. 159 ff.

Beachtung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes und des Umweltschutzes S. 17, 104 ff., 179, 182, 184, 191, 196, 208, 218

Vorbereiten des maschinellen Herstellens von berufsspezifischen Bauelementen

Auswertung von Gruppenzeichnungen, Anordnungsplänen und Stücklisten S. 145 ff.

Erstellen und Ändern von Teilzeichnungen und den dazugehörigen Arbeitsplänen auch mithilfe von Anwendungsprogrammen S. 148 ff.

Auswahl der Werkstoffe unter Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften S. 55 ff.

Produktbezogene Zuordnung der Werkstoffe S. 55 ff.

Lernfeld 2

Fertigen von Bauelementen mit Maschinen

Ermittlung der technologischen Daten S. 231 ff.

Planen der Fertigungsabläufe

Durchführung der notwendigen Berechnungen S. 189, 226, 231, 243, 248

Verstehen des grundsätzlichen Aufbaus und der Wirkungsweise der Maschinen

Auftragsbezogene Zuordnung der entsprechenden Werkzeuge S. 231 ff.

Beachtung funktionaler, technologischer und wirtschaftlicher Kriterien S. 231 ff.

Vorbereitung der Maschinen auf den Einsatz S. 231 ff.

Entwicklung von Beurteilungskriterien

Auswahl von Prüfmitteln S. 33 ff.

Erstellung und Interpretation von Prüfprotokollen S. 52 ff.

Präsentation der Arbeitsergebnisse S. 159 ff.

Optimierung der Arbeitsabläufe S. 231 ff.

Entwicklung von Alternativen S. 250

Erprobung ausgewählter Arbeitsschritte in Versuchen

Bewertung der Arbeitsergebnisse S. 25 ff.

Entwicklung von Alternativen S. 231 ff.

Kenntnis der Einflüsse des Fertigungsprozesses auf Maße und Oberflächengüte S. 231 ff.

Auseinandersetzung mit den Einflüssen des Fertigungsprozesses S. 231

Berücksichtigung der Bedeutung der Produktqualität S. 47 ff.

Beachtung der Bestimmungen des Arbeitsschutzes und des Umweltschutzes S. 17 ff., 243, 249

Lernfeld 3 Herstellen von einfachen Baugruppen

Vorbereiten der Herstellung von einfachen Baugruppen

Lesen berufstypischer Gesamt- und Gruppenzeichnungen, Anordnungspläne und einfacher Schaltpläne S. 145 ff.

Erklären und Beschreiben der Funktionszusammenhänge der Baugruppen S. 225 ff.

Erstellen und Ändern von Teil- und Gruppenbezeichnungen sowie Stücklisten S. 145 ff.

Anwenden von Informationen aus technischen Unterlagen S. 145 ff.

Mit Lernprogrammen einfache Steuerungen planen und Bauteile auswählen S. 139 ff.

Beschreiben der sachgerechten Montage von Baugruppen

Vergleichen von Montagevorschlägen auch unter Verwendung fach- und englischsprachiger Begriffe S. 258

Systematisches und normgerechtes Kennzeichnen von Einzelteilen S. 145 ff.

Verwenden von Montageanleitungen S. 298 ff.

Entwickeln von Montageplänen unter Berücksichtigung von Montagehilfsmitteln und kundenspezifischen Anforderungen S. 298 ff.

Unterscheiden der Fügeverfahren nach ihren Wirkprinzipien S. 258

Fügeverfahren anwendungsbezogen zuordnen S. 258 ff.

Produktbezogene Auswahl der erforderlichen Werkzeuge, Normteile und Vorrichtungen S. 298 ff.

Organisation einfacher Montagearbeiten im Team S. 298 ff.

Entwickeln von Prüfkriterien für Funktionsprüfungen

Erstellen von Prüfplänen und Prüfprotokollen S. 25 ff.

Dokumentation und Präsentation von Prüfplänen und Prüfprotokollen S. 159 ff.

Bewerten von Prüfergebnissen S. 25 ff.

Beseitigen von Qualitätsmängeln S. 47 ff.

Optimieren von Montageabläufen S. 298 ff.

Berücksichtigung von deren Wirtschaftlichkeit S. 165 ff.

Beachtung der Bestimmungen des Arbeits- und des Umweltschutzes S. 286, 291

Lernfeld 4 Warten technischer Systeme

Vorbereiten der Wartung von technischen Systemen

Ermittlung der Einflüsse auf die Betriebsbereitschaft technischer Systeme S. 223 ff., 253 ff.

Bewertung der Bedeutung von Instandhaltungsmaßnahmen unter den Gesichtspunkten Sicherheit, Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit S. 303 ff.

Lesen von Anordnungsplänen, Wartungsplänen und Anleitungen auch in englischer Sprache S. 306 ff.

Planen von Wartungsarbeiten

Bestimmung der notwendigen Werkzeuge und Hilfsstoffe S. 310 ff.

Anwendung der Grundlagen der Elektrotechnik und der Steuerungstechnik S. 109 ff., 123 ff.

Erklären einfacher Schaltpläne in den verschiedenen Gerätetechniken S. 141 ff.

Ausführen von Wartungsarbeiten

Beachtung der Bestimmungen des Arbeits- und Umweltschutzes S. 17 ff., 314

Berücksichtigung besonderer Sicherheitsvorschriften für elektrische Betriebsmittel S. 119 ff.

Messen und Berechnen elektrischer und physikalischer Größen S. 111 ff., 253 ff.

Darstellung, Bewertung und Diskussion der Arbeitsergebnisse S. 159 ff.



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 mehr tun, als Erzeugnisse aus Metall herzustellen. Der Käufer 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, müssen alle Beschäftigten auf dieses Ziel ausgerichtet mitarbeiten. Damit wird auch der eigene Arbeitsplatz gesichert.

Merke

Ein wichtiger Schlüssel zum Erfolg eines Unternehmens ist die Kundenorientierung.



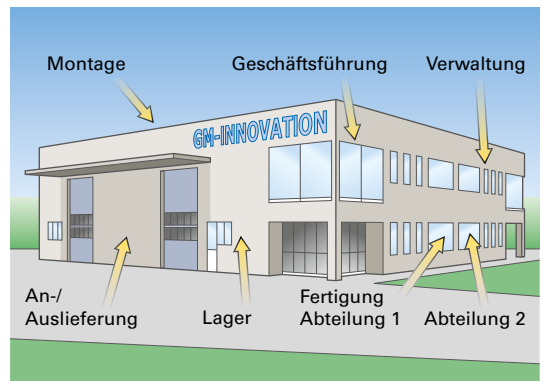
1 Warenvielfalt erfordert Kundenorientierung

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. Diese haben jeweils unterschiedliche Aufgaben zu erledigen (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 zu erfüllen hatte oder an welchem Tag der Kunde seine Ware erwartet. Das führte zu Missverständnissen zwischen den Mitarbeitern.



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

Fehler wurden erst spät bemerkt und Ausschuss und Nacharbeit führten zu hohen Kosten und Terminverzug. Deshalb musste häufig ein Strafgeld (Konventionalstrafe) bezahlt werden. Verhindert werden konnte dies nur durch kompetente Kontroll- und Führungspersonen.

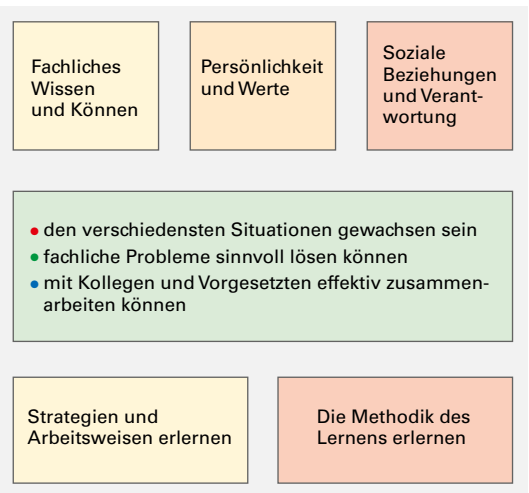
Das passierte bei kleinen, handwerklichen Betrieben selten. Hier musste schon immer jeder Mitarbeiter viele Tätigkeiten beherrschen. Dadurch überblickte er den Gesamtprozess der Produktion – vom Kundenwunsch bis zur Wartung und Reparatur (Bild 3, Seite 11). Falsche und unproduktive Prozesse wurden dabei 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 1.3).

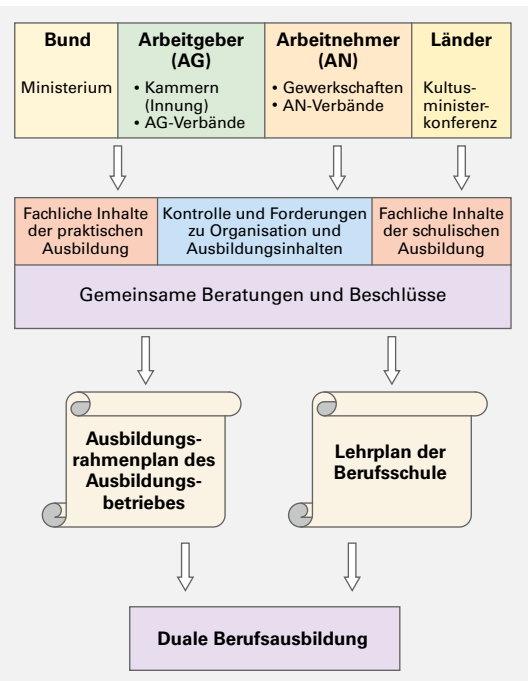
Der Metalltechniker sollte neben den umfangreichen Kenntnissen, die er zur Herstellung und Montage von Werkstücken benötigt (Fachkompetenz), auch über weitere Kompetenzen verfügen, die es ihm ermöglichen, verschiedene Aufgaben des Arbeitsalltages in Zusammenarbeit mit Kollegen zu lösen (Bild 1).

1.2 Das Berufsfeld Metalltechnik

Jahrhundertlang wurden technisches Berufswissen und handwerkliche Fähigkeiten vom Meister durch Vormachen und 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.



1 Anforderung an die Persönlichkeit



2 Das duale Berufsausbildungssystem

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

1.3 Grundlagen der Fertigungstechnik

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

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.

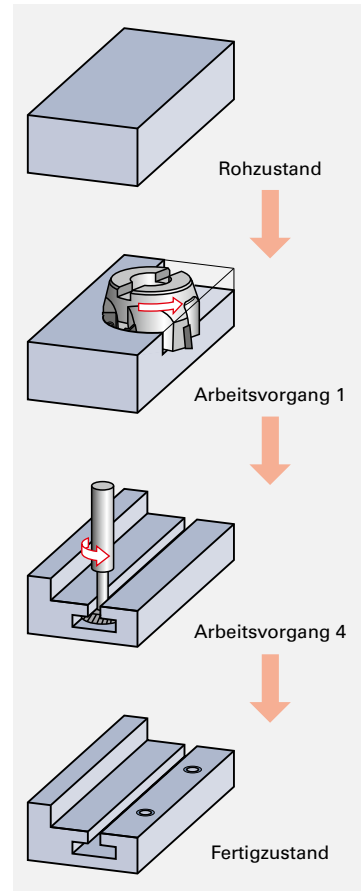
Fertigungshilfsstoffe

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

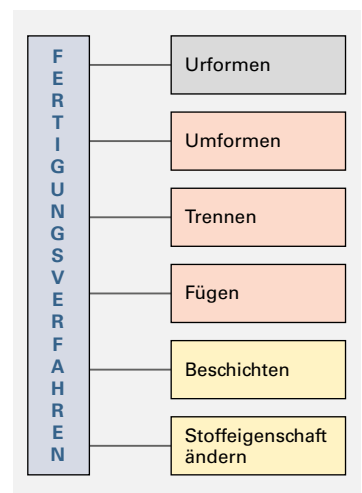
1.3.2 Einteilung der Fertigungsverfahren

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

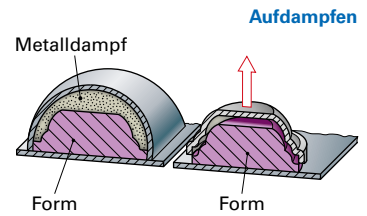
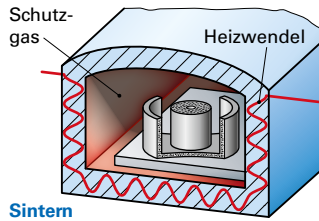
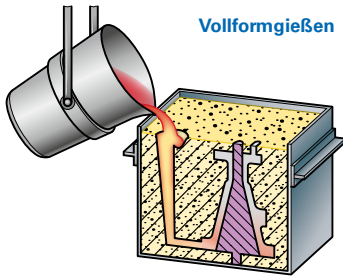
Einzelne Verfahren

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.

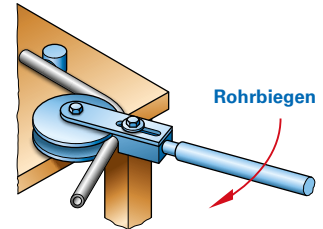
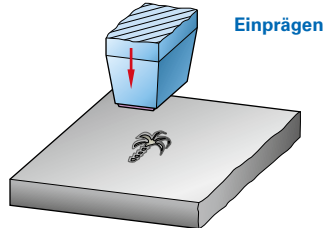
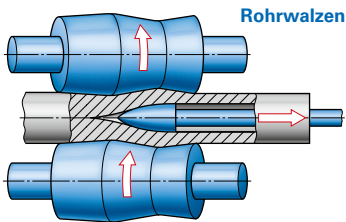


2 Umformen

- 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.

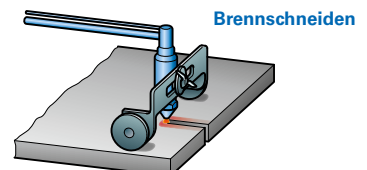
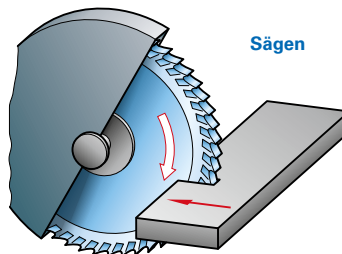
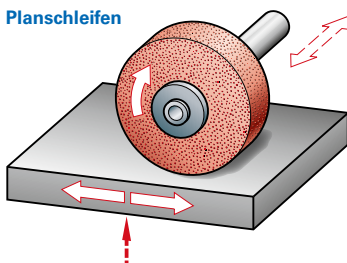


3 Trennen

- 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.

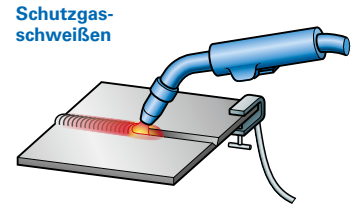
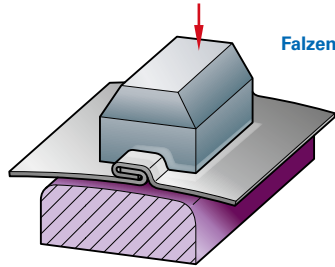
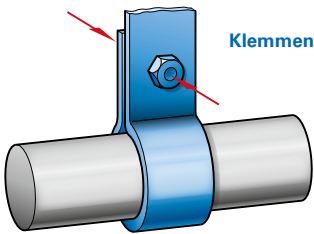


4 Fügen

- 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.

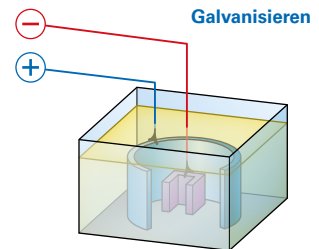
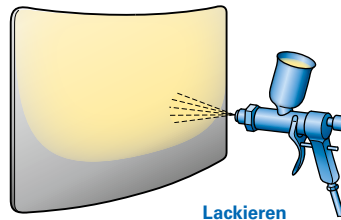
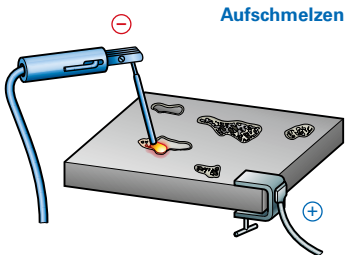


5 Beschichten

- 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, hammerplattieren.

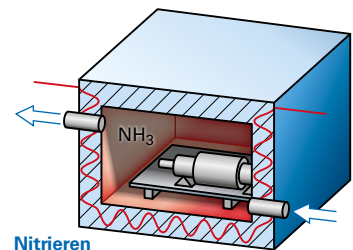
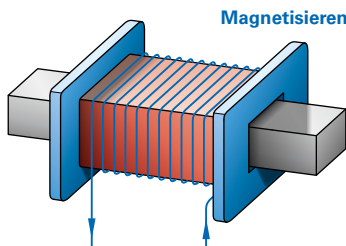
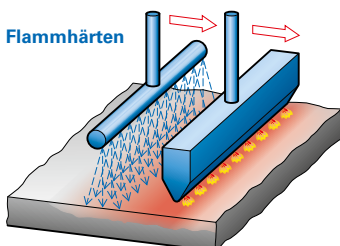


6 Stoffeigenschaft ändern

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

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

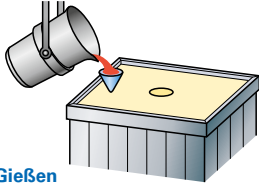
- ▶ Glühen, Härten, Anlassen; Vergüten, Magnetisieren;
- ▶ Entkohlen (Tempern);
- ▶ Aufkohlen (Zementieren), Nitrieren.



1.3.3 Fertigungsablauf

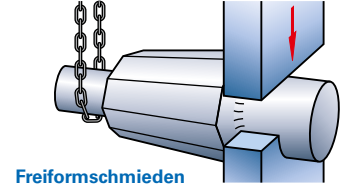
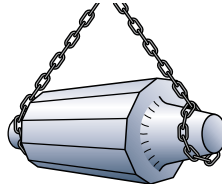
Zur Herstellung der meisten Produkte ist eine Reihe aufeinanderfolgender Fertigungsverfahren erforderlich. Am Beispiel einer Welle, die Teil einer größeren Baugruppe ist (z. B. Generator im Großkraftwerk), wird dies in der nachfolgenden Übersicht gezeigt.

Urformen



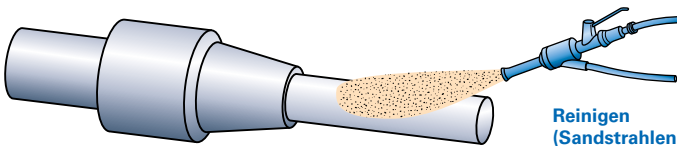
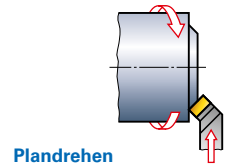
Gießen

Umformen

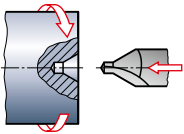


Freiformschmieden

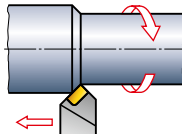
Trennen


Reinigen
(Sandstrahlen)


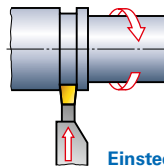
Plandrehen



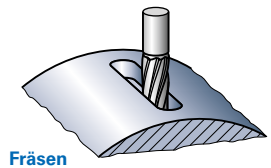
Zentrieren



Langrunddrehen

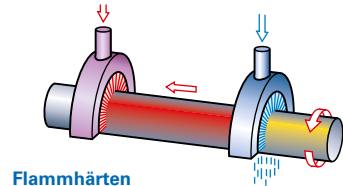
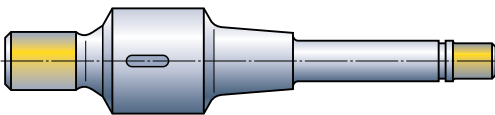


Einstechen



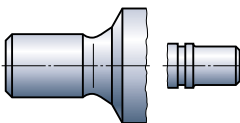
Fräsen

Stoffeigenschaft ändern

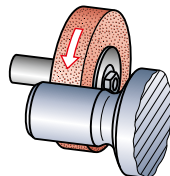


Flammhärten

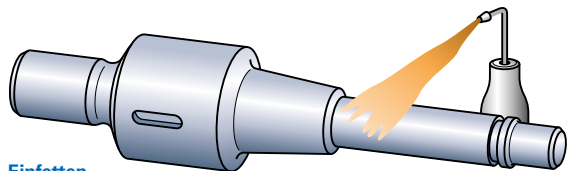
Trennen



Rundschleifen

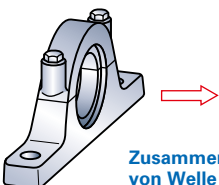
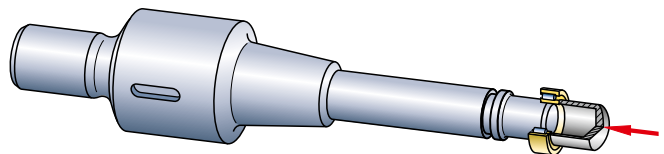


Beschichten



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“ (DGUV Vorschrift 1) wenigstens die Paragraphen 15 bis 18 genau kennen.

1.4.2 Allgemeine Sicherheitsmaßnahmen

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

1 Die wichtigsten Gefahrenarten

bewegte Gegenstände	z. B. rotierendes Werkzeug, schwebende oder fallende Lasten
elektrische Spannung	z. B. spannungsführende Anlagenteile, Blitz
Chemikalien	z. B. Giftstoffe, Säuren und Laugen, Kühlschmiermittel, gesundheitsschädliche Stoffe
heiße Oberflächen	z. B. Lichtbogen, 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 versteckte Korrosionserscheinungen.

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

1.4.4 Sicherheitszeichen

Die meisten Gefahren sind nicht offen zu erkennen. Deshalb 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 genannt)



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 Verbotsszeichen



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 Verbandkasten!“ 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 sinn-

voll, 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 hilfebedürftigen 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 die 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 Höherlegen 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 auszuziehen. 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.