



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

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 Innengewindeschneiden von Hand	198
9.8.5	Arbeitsregeln zum Innengewindeschneiden auf der Bohrmaschine	198
9.8.6	Maschinengewindebohrer	199
9.8.7	Außengewindeschneiden von Hand	199
9.8.8	Werkzeuge zum Außengewindeschneiden	200
9.8.9	Arbeitsregeln zum Außengewindeschneiden	200

10 Umformen **201**

10.1	Einteilung der Umformverfahren	201
10.2	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	Blechbearbeitungsverfahren	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 Arbeitstechniken beim Löten 278

13.9 Kleben 280

13.9.1 Wirkweise der Klebeverbindung 280

13.9.2 Klebstoffe für Metalle 280

13.9.3 Gestaltung und Herstellung der Klebeverbindung 281

13.9.4 Anwendungsbereiche 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

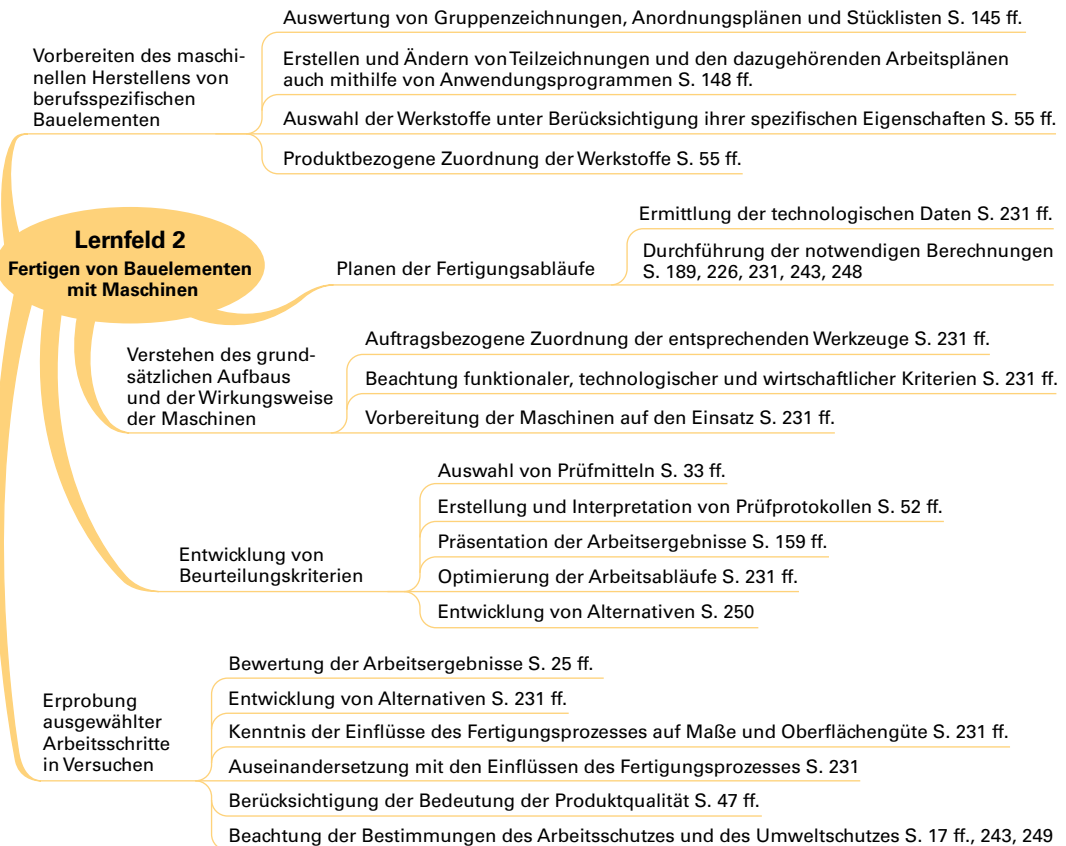
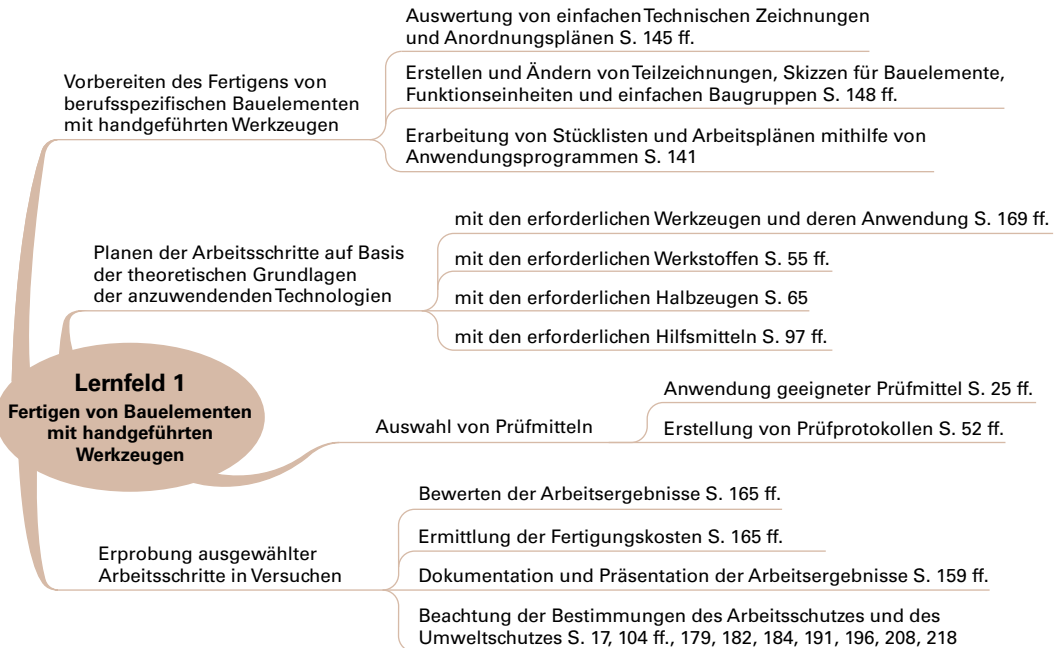
14.9 Projektaufgaben Kreissäge 315

Sachwortverzeichnis 317

Wichtige DIN-Normen und Bestimmungen 331

Bildquellenverzeichnis 333

Weiterführende Literatur 334



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.

