

Übersicht Lernfelder	9	3	Werkstofftechnik	55
Einheitliche Strukturierung und Kennzeichnung technischer Objekte und Sachverhalte	10	3.1	Einteilung der Werkstoffe	55
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- blas-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
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	Rohrherstellung	64
1.4.3 Unfallursachen	18	3.6.3	Kaltumformen	64
1.4.4 Sicherheitszeichen	18	3.7	Genormte Halbzeuge und ihre Bestellung	65
1.4.5 Erste Hilfe bei Unfällen im Betrieb. . .	19	3.8	Einteilung und Zusammensetzung der Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe. .	66
1.5 Kennzeichnen und Anreißen	21	3.9	Wichtige Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	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 Anreiarbeiten und -werkzeuge	23	3.9.3	Stähle für 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.	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	Erscheinungsformen der Korrosion . .	89
2.6 Qualitätsmanagement	47	3.14.3	Passivierung der Metalloberflächen . .	89
2.6.1 Der Qualitätsbegriff.	47	3.14.4	Einflüsse auf die Korrosions- beständigkeit 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			

3.14.5	Korrosionsschutz durch Beschichten . .	90	4.5.3	Elektrochemische Reaktionen	117
3.14.6	Korrosionsschutz bei Maschinen.	91	4.5.4	Transformatoren.	117
3.14.7	Katodischer Korrosionsschutz	91	4.6	Messung elektrischer Größen	118
3.14.8	Korrosionsschutz von Al-Bauteilen . . .	91	4.7	Schutz vor den Gefahren des elektrischen Stroms	119
3.15	Kunststoffe (Plaste)	92	4.7.1	Wirkungen des elektrischen Stroms auf den menschlichen Organismus. . . .	120
3.15.1	Eigenschaften und Verwendung	92	4.7.2	Fehler an elektrischen Anlagen	120
3.15.2	Herstellung und innerer Aufbau	93	4.7.3	Schutzmaßnahmen.	120
3.15.3	Einteilung.	93	4.7.4	Arbeit mit elektrischen Anlagen.	122
3.15.4	Thermoplaste	94			
3.15.5	Duroplaste.	95	5	Steuerungstechnik	123
3.15.6	Elastomere.	95	5.1	Aufbau einer Steuerung.	123
3.16	Verbundwerkstoffe.	96	5.2	Steuerungsarten.	124
3.17	Hilfsstoffe	97	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
3.18	Werkstoffprüfung	99	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	5.3	Beispiele für Steuerungen	137
3.19	Umweltschutz und Gesundheitsvorsorge im Metallbetrieb	104	5.4	Lösung steuerungstechnischer Aufgaben	138
3.19.1	Umgang mit Werk- und Hilfsstoffen . .	104	5.5	Regelungen	140
3.19.2	Vermeiden von Schadstoffen.	105	5.6	GRAFSET	141
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
3.20	Gesamt-Wiederholungsaufgaben	108	5.6.3	Transitionsbedingungen	143
4	Elektrotechnik	109	5.6.4	Beispiel einer vereinfachten Ablaufsteuerung	144
4.1	Grundbegriffe der Elektrotechnik	109	6	Technische Kommunikation	145
4.1.1	Elektrischer Stromkreis.	109	6.1	Die Technische Zeichnung als Kommunikationsmittel	146
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
4.2	Schaltungsarten	112	6.1.6	Genormte Einzelteile.	155
4.2.1	Reihenschaltung	112	6.1.7	Gruppenzeichnungen.	156
4.2.2	Parallelschaltung.	112	6.2	Tabellen und Diagramme.	157
4.3	Leistung und Wirkungsgrad	113	6.2.1	Tabellen.	157
4.4	Wirkungen des elektrischen Stromes. .	114	6.2.2	Diagramme	157
4.4.1	Lichtwirkung	114	6.3	Technische Kommunikation mithilfe von Plänen.	158
4.4.2	Wärmewirkung	114			
4.4.3	Magnetische Wirkung.	114			
4.4.4	Chemische Wirkung	114			
4.5	Bereitstellung elektrischer Energie. . .	115			
4.5.1	Elektrischer Strom und Magnetismus. .	115			
4.5.2	Spannungserzeugung durch Induktion. .	115			

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

13.4	Stift- und Bolzenverbindung	269
13.5	Keilverbindung	271
13.6	Federverbindung	272
13.7	Nieten	273
13.7.1	Nietarten	273
13.7.2	Kaltnieten	274
13.7.3	Warmnieten	274
13.8	Löten	275
13.8.1	Vorgänge beim Löten	275
13.8.2	Löttemperatur	276
13.8.3	Lötverfahren	277
13.8.4	Lote	277
13.8.5	Flussmittel	278
13.8.6	Erwärmung der Lötstelle	278
13.8.7	Arbeitstechniken beim Löten	278
13.9	Kleben	280
13.9.1	Wirkweise der Klebeverbindung	280
13.9.2	Klebstoffe für Metalle	280
13.9.3	Gestaltung und Herstellung der Klebeverbindung	281
13.9.4	Anwendungsbereiche	282
13.10	Schweißen	283
13.10.1	Pressschweißverfahren	283
13.10.2	Schmelzschweißverfahren	283
13.10.3	Gasschmelzschweißen	284
13.10.4	Lichtbogen-Schmelzschweißverfahren	289
13.10.5	Metall-Lichtbogenschweißen	291
13.10.6	Schutzgas-Schweißverfahren	293
13.11	Pressverbindungen	294
13.12	Rohrleitungen	295
13.12.1	Rohrarten	295
13.12.2	Rohrverbindungen	295
13.12.3	Rohrbefestigungen	297
13.13	Projektaufgaben Bohrvorrichtung	298
13.14	Projektaufgaben Werkstattwagen	301

Lernfeld 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
Verzeichnis wichtiger DIN-Normen und Bestimmungen		331
Bildquellenverzeichnis		333
Weiterführende Literatur		334