

1	Das Projekt	13
2	Werkstofftechnik	31
2.1	Eisenmetalle	31
	Stahl	31
	Herstellung	32
	Gefüge	34
	Legierungen und Stahlsorten	37
	Wärmebehandlung	38
	Stahlguss	40
	Kennzeichnung	41
	Gusseisen	45
	Herstellung	45
	Kennzeichnung	45
2.2	Nichteisen-Metalle	46
	Aluminium	46
	Herstellung	46
	Einteilung	48
	Kennzeichnung	49
	Kupfer	50
	Übersicht	51
2.3	Verbundwerkstoffe	52
2.4	Kunststoffe	53
2.5	Übersicht	53
	Kunststoffe	53
2.6	Werkstoffeigenschaften	55
	Physikalische Eigenschaften	56
	Technologische Eigenschaften	57
	Chemische Eigenschaften	59
	Ökologische Eigenschaften	62
2.7	Werkstoffprüfung	63
	Zugversuch	63
	Härteprüfung	65
3	Fügetechniken	69
3.1	Einteilung der Fügeverfahren	69
3.2	Schraubenverbindungen	71
	Kennzeichnung von Schrauben	72
	Schraubenform	72
	Gewindeart	73
	Abmessungen	74
	Festigkeit	74
	Muttern	75
	Schraubensicherungen	75
	Verbindungsarten	76
	Mindesteinschraubtiefe	77
	Anziehdrehmoment	77
	Vorspannkraft	77
	Spezielle Schraubenarten	79

3.3	Stift- und Bolzenverbindungen	80
	Stifte	80
	Bolzen	81
3.4	Schweißverbindungen	82
	Schweißverfahren	83
	Darstellung	84
4	Elektrotechnik	87
4.1	Elektrischer Stromkreis	87
4.1.1	Elektrische Ladung	88
4.1.2	Elektrische Spannung	88
4.2	Technische Größen des Stromkreises	89
4.2.1	Elektrischer Widerstand	89
	Messung von Spannung und Stromstärke	91
4.2.2	Ohmsches Gesetz	91
4.2.3	Widerstandsmessung	93
	Direkte Widerstandsmessung	93
4.3	Widerstandsänderung bei Erwärmung	93
4.4	Schaltung von Widerständen	95
4.4.1	Parallelschaltung	95
4.4.2	Reihenschaltung	98
4.4.3	Gruppenschaltung	100
4.5	Energieumsatz im Stromkreis	100
4.5.1	Wärme	101
4.5.2	Arbeit	101
	Messung der elektrischen Arbeit	102
	Messung der elektrischen Leistung	102
4.5.3	Leistung	102
4.5.4	Wirkungsgrad	103
4.6	Schutzmaßnahmen	105
4.6.1	Fehlerstromkreis	106
4.6.2	Die fünf Sicherheitsregeln	107
4.6.3	Schutz gegen elektrischen Schlag	109
4.6.4	Schutz durch Kleinspannung	109
4.6.5	Schutz durch verstärkte oder doppelte Isolierung	110
4.7	Fehler in elektrischen Anlagen	111
4.7.1	Kurzschluss	111
5	Fluidtechnik – Pneumatik, E-Pneumatik	117
	Einleitung	117
5.1	Geschichte der Pneumatik	117
5.2	Druckluftherzeugung	118
	Das Medium Luft	118
	Kompressor- bzw. Verdichterarten	119
	Wirkungsgrad bei der Druckluftherzeugung	120
	Kosten und Einsparungsmöglichkeiten bei der Druckluftherzeugung	121
	Vor- und Nachteile der Pneumatik	122

5.3	Druckluftaufbereitung	122
	Trocknungsverfahren von Druckluft	123
5.4	Rohrleitungsnetz	125
5.5	Aufbau pneumatischer Systeme	127
5.6	Arbeitselemente der Pneumatik (Aktoren)	128
	Zylinder	128
	Endlagendämpfung	130
	Bestimmung der Kolbenkraft	130
	Kreisringfläche	130
	Spezifischer Luftverbrauch	131
	Symbole	132
	Schwenkantriebe	133
	Symbole	133
	Motoren	134
	Symbole	134
	Greifer	135
	Symbole	135
	Vakuumsauger	135
	Symbole	135
5.7	Ventile	136
	Drosselung	140
	Direkte und indirekte	
	Ansteuerung von Ventilen	140
	Impulsventile	141
	Ventilinseln	141
5.8	Pneumatikleitungen	142
5.9	Berechnungen in der Pneumatik	145
	Pneumatische Berechnungen am Schwenkarm	145
	Berechnung der Gewichtskraft des Schwenkarmes	145
	Berechnung der Kraft für beide doppelt wirkenden Zylinder (Pos. 2.44)	145
	Berechnung der max. Nutzlast (kg) des Schwenkarmes	145
	Berechnung des Luftverbrauchs (bei 20 Hebevorgängen in der Minute)	146
5.10	Aufbau eines Pneumatikplanes mit Kennzeichnung der Bauteile	147
5.11	Logische Verknüpfungen mit Pneumatikelementen	149
5.12	Pneumatische Grundsteuerungen	149
	Grundsaltungen	149
5.13	Funktionsdiagramme	155
	Symbole und Darstellungen	155
	GRAFCET	158
	Symbole von GRAFCET	158
5.14	E-Pneumatik	159
	Erweiterungsauftrag	162
	Projekt Pneumatikstanze	163
	SPS-Programm der Stanze	165
	Zusätzliche Prüfungsfragen Pneumatik	169
	Zusätzliche Prüfungsfragen E-Pneumatik	170

6	Steuerungstechnik	173
6.1	Logische Verknüpfungen	174
6.2	Speicherspeicherung	175
6.3	Speicherprogrammierbare Steuerungen	177
6.3.1	Beschaltung der SPS	178
6.3.2	Programmierung der SPS	178
6.3.3	Programmiersprachen	179
6.3.4	Programmabarbeitung	180
6.3.5	Programmierung mit Merkern und Klammern	181
6.3.6	Programmierung von Speicherfunktionen	182
6.3.7	Zeitfunktionen	184
6.3.8	Flankenauswertung	186
6.4	Schütze	188
6.5	Befehlsgeräte	189
6.6	Leuchtmelder	190
6.7	Grenztaster	190
6.8	Motorschutz	191
6.8.1	Motorschutzrelais	191
6.8.2	Motorschuttschalter	191
6.8.3	Motorvollschutz	194
7	Qualitätsmanagement	195
7.1	Internationale Standards durch Qualitätsnormen	196
	DIN EN ISO 9000	196
	DIN EN ISO 9001:2015	196
	DIN EN ISO 9004	196
7.2	Standards, aber keine Norm	196
	EFQM-Modell für Business Excellence	196
	Ludwig-Erhard-Preis	197
	Malcolm Baldrige National Quality Award	197
	Deming Award	197
7.3	Qualitätsmanagementwerkzeuge	197
	Qualitätsmerkmale	198
	Prüfplanung	198
8	Manuelle Zerspanungsverfahren	207
8.1	Schneidkeilgeometrie	208
8.2	Anreißen	210
8.3	Sägen	214
	Sägeblätter	215
8.4	Feilen	218
	Raspeln	220
	Entgraten	220
8.5	Körnen	222

8.6	Bohren	223
	Säulenbohrmaschine.	223
8.7	Senken	229
8.8	Reiben	230
	Reiben von Hand.	231
8.9	Gewinde schneiden	233
	Metrische Innengewinde.	234
	Gewindebohren von Hand	235
	Gewindeschneiden von Hand.	236
9	Maschinelle Zerspanungsverfahren	239
9.1	Fräsen	239
	Fräsen – Grundbegriffe.	240
	Fräsverfahren.	240
	Einteilung der Fräsverfahren.	240
	Die Einteilung der Fräsverfahren ist in DIN 8589 gegliedert.	240
	Gegen- und Gleichlaufräsen.	241
	Planfräsen.	242
	Rundfräsen.	243
	Schraubfräsen.	243
	Wälzfräsen.	243
	Profilfräsen.	243
	Formfräsen.	243
	Fräsmaschinen.	244
	Arbeitssicherheit an Fräsmaschinen.	246
	Fräswerkzeuge.	246
	Einteilung der Fräswerkzeuge.	246
	Zerspanungsgrößen beim Fräsen.	250
	Schnittgeschwindigkeit v_c	250
	Vorschub pro Zahn f_z	250
	Vorschub f	250
	Vorschubgeschwindigkeit v_f	251
	Arbeitseingriff.	251
	Schnitttiefe.	251
	Spannmittel für Werkzeuge.	251
	Spannmittel für Werkstücke.	253
	Maschinenschraubstock.	253
	Spannschrauben.	253
	Spanneisen.	254
	Spannunterlagen.	254
	Flachspanner.	254
	Spannpratzen.	254
	Magnetspannplatten.	254
	Hydraulische Spannsysteme.	255
	Spannvorrichtungen.	255
9.2	Drehen	256
	Aufbau von konventionellen Drehmaschinen.	257
	Kenngößen einer Drehmaschine.	257
	Grundaufbau.	258
	Sicherheit an Drehmaschinen.	259
	Spannmittel.	259

Spannmittel für Werkstücke	259
Spannmittel für Werkzeuge	260
Drehverfahren	260
Drehwerkzeuge	261
Schneidengeometrie	262
Schnittdaten beim Drehen	263
Kräfte beim Drehen	266
Spankontrolle	266
9.3 Standzeit und Verschleiß	267
Verschleißursachen	268
Verschleißformen	269
10 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz	271
10.1 Arbeitssicherheit in Deutschland, wie alles begann	271
Gesetzliche Unfallversicherung für Arbeitnehmer	271
10.2 Gesetzliche Vorschriften und Regeln der Arbeitssicherheit	272
Pflichten des Arbeitgebers nach § 4 ArbSchG (Zusammenfassung)	272
Pflichten des Arbeitnehmers nach § 15 ArbSchG (Zusammenfassung)	272
10.3 Unterrichtung und Unterweisung	273
10.4 Arbeitsmittel	273
Wer darf ein Arbeitsmittel benutzen?	273
Bestimmungsgemäße Verwendung von Arbeitsmitteln	274
Beispiel einer bestimmungsgemäßen Verwendung	274
10.5 Ergonomie am Arbeitsplatz	275
10.6 Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	275
10.7 Lärmschutz	276
10.7.1 Lärmexposition	277
10.8 Gefahrstoffe	277
Gefahrensymbole	278
Wirkung von Gefahrstoffen auf den Menschen	279
Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)	279
10.9 Sicherheitskennzeichen	280
Farben und Formen	280
Verbotszeichen	280
Warnzeichen	281
Brandschutzzeichen	281
Gebotszeichen	282
Rettungszeichen	282
Prüfungsfragen	283
11 Warten von Betriebsmitteln	287
11.1 Instandhaltung nach DIN 31 051	287
Definition	287
Aufgaben und Ziele der Instandhaltung	287
Unterteilung der Instandhaltung	288
Inspektion	288
Wartung	288

Kontinuierlicher Verbesserungsprozess (KVP)	290
Softwaregestützte Instandhaltung	290
Anforderungen an das Instandhaltungspersonal	291
Organisationsvarianten der Instandhaltung	292
Betriebs- und Wartungsanleitungen	293
Mindestanforderung an die regelmäßige Inspektion und Wartung	293
Richtiges Aufstellen von Maschinen	295
Projekt	296
12 Technische Kommunikation	297
12.1 Projektionsmethoden	297
Projektionsmethode 1	297
Projektionsmethode 3	297
12.2 Linien und Strichstärken	298
12.3 Projektionen	298
12.4 Schnittdarstellungen	300
Vollschnitt:	300
Halbschnitt	301
Teilschnitt:	301
Bruchkanten	301
12.5 Bemaßungen	301
Lineare Bemaßungen	302
Bemaßung von Durchmessern und Radien	302
Bemaßung von Fasen	302
Kantenbruch	302
Bemaßen und Darstellung von Gewinden	303
Bemaßen von Nuten	303
Spezielle Maße	304
12.6 Toleranzangaben in Zeichnungen	304
Nennmaß	304
Istmaß	305
Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768-1	305
Toleriertes Maß mit Toleranzklassen	305
12.7 ISO-System für Grenzmaße und Passungen	306
Passungsarten	306
12.8 Oberflächenangaben	308
12.9 Form- und Lagetoleranzen	309
Form- und Lagetoleranzen nach DIN ISO 1101	309
Toleranzrahmen	309
13 Prüftechnik	311
13.1 Prüfmethoden	311
13.2 Messgeräte	312
Längenmessung	312
Stahlmaßstab	312
Messschieber	312
Messschraube	316

	Messuhr	317
	Winkelmessung	318
13.3	Lehren	319
	Maßlehren	320
	Formlehren	320
	Haarlineal	320
	Radienlehre	320
	Winkellehre	320
	Gewindelehre	320
	Grenzlehren	320
	Grenzlehrdorn	321
	Grenzrachenlehre	321
13.4	Prüfabweichungen	321
14	Arbeitsplanung	323
14.1	Arbeitsplanung	325
14.2	Arbeitsplan	325
	Arbeitsplanaufbau	325
	Arbeitsplan Fertigung	326
	Arbeitsplan Montage	326

Anhang

Prüfungsaufgaben

A	Werkstofftechnik	331
B	Manuelle Zerspanungsverfahren	334
C	Prüftechnik	338
D	Fügetechniken	341

Firmenverzeichnis	345
------------------------------------	------------

Sachwortverzeichnis	347
--------------------------------------	------------