

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Beruf und betriebliche Organisation</b>	<b>12</b>
1.1	Grundlagen und Begriffe zur Arbeitswelt 4.0 .....	13
1.1.1	Digitalisierung und Industrie 4.0.....	13
1.1.2	Digitalisierung und Globalisierung – Arbeitswelt 4.0 .....	14
1.1.3	Smart Products und Smart Factory.....	15
1.1.4	Future Skills und Ausbildung 4.0.....	16
1.2	Geschäfts- und Arbeitsprozesse .....	18
1.2.1	Projektmanagement .....	21
1.2.2	Projektmanagement-Methoden .....	23
1.3	Ausgewählte Arbeitsprozesse und Ziele.....	25
1.3.1	Bearbeiten von Kundenaufträgen .....	25
1.3.2	Kommunikation und Kundenzufriedenheit.....	26
1.3.3	Arbeitsplanung und -organisation .....	29
1.3.4	Kostenrechnung.....	33
1.4	Handlungssituation: Anstehende Aufgaben effizient planen.....	35
<b>2</b>	<b>Arbeitsschutz und Umweltschutz im Betrieb</b>	<b>40</b>
2.1	Arbeitsschutz.....	41
2.1.1	Grundlagen des Arbeitsschutzes.....	41
2.1.2	Gefahrenquellen .....	42
2.1.3	Schutzausrüstung .....	42
2.1.4	Arbeitsschutz in der Praxis.....	43
2.1.5	Hinweisschilder zur Arbeitssicherheit .....	45
2.1.6	Gesetzliche Verankerung .....	45
2.1.7	Organe des Arbeitsschutzes.....	46
2.1.8	Gefährdungsbeurteilung.....	48
2.1.9	Unterweisungen.....	49
2.1.10	Betriebsanweisungen .....	50
2.1.11	Verhalten im Notfall.....	52
2.1.12	Arbeitsschutzmanagementsystem.....	53
2.2	Umweltschutz .....	53
2.2.1	Grundlagen Umweltschutz .....	53
2.2.2	Gesetzliche Verankerung .....	54
2.2.3	Umweltbelastungen in der Metallindustrie.....	56
2.2.4	Umweltmanagement.....	58
2.2.5	Hinweisschilder im Zusammenhang mit dem Arbeits- und Umweltschutz.....	60
2.3	Handlungssituation: Reinigung und Wartung einer Fräsmaschine .....	60
<b>3</b>	<b>Technische Kommunikation</b>	<b>66</b>
3.1	Grundlagen der technischen Kommunikation.....	67
3.1.1	Definition.....	67
3.1.2	Normen .....	67
3.1.3	Relevanz in den Metallberufen .....	70
3.2	Zeichnungsableitungen.....	71
3.2.1	Arten von Zeichnungen.....	71

3.2.2	Stücklisten.....	72
3.2.3	Linienarten.....	73
3.2.4	Ansichten Erstellung.....	74
3.2.5	3D-Perspektiven.....	76
3.2.6	Schnittansichten.....	76
3.2.7	Detailansichten.....	78
<b>3.3</b>	<b>Darstellung von Formelementen in Zeichnungsableitungen.....</b>	<b>78</b>
3.3.1	Bohrungen.....	78
3.3.2	Sacklochbohrungen.....	79
3.3.3	Senkung.....	79
3.3.4	Gewindebohrungen.....	79
3.3.5	Außengewinde.....	80
<b>3.4</b>	<b>Angaben in Zeichnungsableitungen.....</b>	<b>81</b>
3.4.1	Bemaßungen.....	81
3.4.2	Toleranzen.....	84
3.4.3	Schweißangaben.....	85
3.4.4	Geometrische Produktspezifikation nach ISO GPS.....	86
3.4.5	Oberflächenangaben.....	88
<b>3.5</b>	<b>Handlungssituation: Zeichnungsableitung erstellen.....</b>	<b>90</b>
<b>4</b>	<b>Mess- und Prüftechnik.....</b>	<b>94</b>
<b>4.1</b>	<b>Qualitätsmerkmale.....</b>	<b>95</b>
<b>4.2</b>	<b>Physikalische Größen und Einheiten.....</b>	<b>98</b>
4.2.1	Dimensionelle Einheiten.....	98
4.2.2	Das Dreiecksverhältnis elektrischer Einheiten und die Naturkonstanten.....	106
4.2.3	Akustische Einheiten.....	107
<b>4.3</b>	<b>Anforderungen an Prüfsysteme.....</b>	<b>108</b>
4.3.1	Grundbegriffe der Messunsicherheit.....	111
4.3.2	Grundbegriffe des Qualitätsmanagements.....	113
4.3.3	Automatisierte Prüfsysteme.....	115
<b>4.4</b>	<b>Handlungssituation: Prüfauftrag.....</b>	<b>117</b>
<b>5</b>	<b>Werkstofftechnik.....</b>	<b>120</b>
<b>5.1</b>	<b>Bedeutung der Werkstoffkunde für die Berufe.....</b>	<b>121</b>
<b>5.2</b>	<b>Herstellung und Weiterverarbeitung von Werkstoffen.....</b>	<b>122</b>
<b>5.3</b>	<b>Werkstoffeigenschaften.....</b>	<b>124</b>
5.3.1	Physikalische Werkstoffeigenschaften.....	125
5.3.2	Chemische Werkstoffeigenschaften.....	131
5.3.3	Technologische Werkstoffeigenschaften.....	132
5.3.4	Toxische Werkstoffeigenschaften.....	134
<b>5.4</b>	<b>Einteilung der Werkstoffe.....</b>	<b>135</b>
5.4.1	Metalle.....	137
5.4.2	Nichteisenmetalle.....	142
5.4.3	Kunststoffe.....	142
5.4.4	Naturstoffe.....	146
<b>5.5</b>	<b>Verbundwerkstoffe.....</b>	<b>147</b>

5.6	Recycling .....	148
5.7	Handlungssituation: Werkstoffauswahl am Beispiel einer Kreiselpumpenwelle .....	150
<b>6</b>	<b>Zerspanen und Schneiden</b>	<b>156</b>
6.1	Überblick zu Trennverfahren .....	157
6.2	Handgeführte Werkzeuge .....	158
6.2.1	Anreißen .....	159
6.2.2	Körnen .....	160
6.2.3	Die Werkzeugschneide .....	161
6.2.4	Zerteilen (Schneiden) .....	163
6.2.5	Meißeln .....	163
6.2.6	Feilen .....	165
6.2.7	Sägen .....	166
6.3	<b>Bohren, Senken, Reiben.</b> .....	<b>170</b>
6.3.1	Grundlagen des Bohrens .....	170
6.3.2	Historische Entwicklung .....	171
6.3.3	Einteilung der Bohrverfahren Bohren, Senken, Reiben. ....	173
6.3.4	Schnittwerte beim Bohren .....	175
6.3.5	Einspannen der Bohrer .....	179
6.3.6	Senken .....	180
6.3.7	Reiben .....	181
6.3.8	Gewindebohren .....	183
6.3.9	Arbeitssicherheit bei der Arbeit an Bohrmaschinen .....	185
6.4	<b>Drehen</b> .....	<b>186</b>
6.4.1	Grundlagen des Drehens .....	186
6.4.2	Aufbau von Drehmaschinen .....	190
6.4.3	Spannen der Werkstücke .....	193
6.4.4	Spannen der Werkzeuge .....	196
6.4.5	Drehmeißel .....	196
6.4.6	Spanarten .....	198
6.4.7	Arbeitssicherheit bei der Arbeit an Drehmaschinen .....	199
6.5	<b>Fräsen</b> .....	<b>200</b>
6.5.1	Grundlegendes zum Fräsen .....	200
6.5.2	Historische Entwicklung .....	200
6.5.3	Bauarten von Fräsmaschinen .....	202
6.5.4	Fräsverfahren .....	204
6.5.5	Aufbau der konventionellen Universalfräsmaschine .....	206
6.5.6	Spannen der Werkstücke .....	207
6.5.7	Fräswerkzeuge .....	208
6.5.8	Spannen der Fräswerkzeuge .....	212
6.5.9	Spanarten beim Fräsen .....	213
6.5.10	Arbeitssicherheit bei der Arbeit an Fräsmaschinen .....	214
6.6	<b>Handlungssituation: Nachrüstung einer 3-Achs-CNC-Fräsmaschine mit einem 2-Achs-Dreh-Schwenktisch.</b> .....	<b>215</b>
<b>7</b>	<b>Fügetechnik</b>	<b>220</b>
7.1	Grundlagen des Fügens .....	221

<b>7.2</b>	<b>Kraftschlüssiges Fügen</b> .....	<b>222</b>
7.2.1	Überblick kraftschlüssige Verbindungen .....	222
7.2.2	Schraubenverbindungen .....	223
7.2.3	Wirkungsweise von Schraubenverbindungen .....	227
7.2.4	Schraubensicherungen .....	232
7.2.5	Pressverbindungen .....	233
<b>7.3</b>	<b>Formschlüssiges Fügen</b> .....	<b>235</b>
7.3.1	Stiftverbindungen .....	235
7.3.2	Nietverbindungen .....	237
7.3.3	Schnappverbindungen .....	238
7.3.4	Welle-Nabe-Verbindung .....	238
<b>7.4</b>	<b>Stoffschlüssiges Fügen</b> .....	<b>239</b>
7.4.1	Kleben .....	239
7.4.2	Löten .....	241
7.4.3	Schweißen (Schmelzschweißverfahren) .....	244
<b>7.5</b>	<b>Handlungssituation: Montage eines Bodenschildstützrads</b> .....	<b>249</b>
<b>8</b>	<b>Umformtechnik und Urformtechnik</b>	<b>256</b>
<b>8.1</b>	<b>Umformen</b> .....	<b>257</b>
8.1.1	Grundlagen des Umformens .....	257
8.1.2	Werkstoffverhalten beim Umformprozess .....	258
8.1.3	Beispiele einzelner Umformverfahren .....	259
<b>8.2</b>	<b>Urformen</b> .....	<b>265</b>
8.2.1	Grundlagen des Gießens .....	265
8.2.2	Fertigungsverfahren beim Gießen .....	269
8.2.3	Sintern .....	271
<b>8.3</b>	<b>Additive Fertigung</b> .....	<b>272</b>
8.3.1	Datenaufbereitung zur additiven Fertigung .....	272
8.3.2	Anwendungsgebiete .....	276
8.3.3	Aufbau der 3D-Drucker .....	277
8.3.4	Additive Fertigungsverfahren .....	278
8.3.5	Materialauswahl für die additive Fertigung .....	280
8.3.6	Zusammenfassung .....	281
<b>8.4</b>	<b>Handlungssituation: Herstellung von Halterungen für Werkzeugwände</b> .....	<b>281</b>
<b>9</b>	<b>Elektrotechnik</b>	<b>286</b>
<b>9.1</b>	<b>Theoretische Grundlagen der Elektrotechnik</b> .....	<b>286</b>
9.1.1	Beschreibung der elektrischen Grundgrößen .....	286
9.1.2	Elektrische Schaltungen .....	289
9.1.3	Spannungsarten .....	292
9.1.4	Speichern und Nutzen im Kleinspannungsbereich .....	293
9.1.5	Funktionsweise einer sekundären Batterie am Beispiel eines Bleiakkumulators ....	296
<b>9.2</b>	<b>Energieumwandlung</b> .....	<b>297</b>
9.2.1	Wirkungsgrad .....	297
9.2.2	Nutzung der elektrischen Energie im beruflichen Alltag .....	298
9.2.3	Betrachtung des Energiebedarfs einer CNC-Fräsmaschine .....	298
<b>9.3</b>	<b>Gefahren durch elektrischen Strom und elektrische Spannung</b> .....	<b>299</b>

9.4	Schutzmaßnahmen.....	299
9.5	Tätigkeiten und Berechtigungen .....	303
9.6	Handlungssituation: Betrieblichen Unfall mit der Hauselektrik analysieren .....	304
<b>10</b>	<b>Steuerungstechnik</b>	<b>308</b>
10.1	Druckerzeugung und Aufbereitung der Medien (Gase und Flüssigkeiten) in Steuerungsanlagen .....	308
10.2	Physikalische Grundlagen und Berechnungen zu pneumatischen Anlagen .....	311
10.3	Bauelemente einer pneumatischen Steuerung.....	314
10.3.1	Aktoren der Pneumatik .....	314
10.3.2	Ventile .....	316
10.4	Beschreibung und Darstellung pneumatischer Schaltungen .....	320
10.4.1	Direkte und indirekte Steuerung.....	320
10.4.2	Anforderung an die Steuerung einer Bohrvorrichtung .....	321
10.4.3	Technologieschema, pneumatische Schaltpläne und GRAFCET.....	321
10.4.4	GRAFCET-Plan nach DIN EN 60848 und pneumatischer Schaltplan zum Spannen und Bohren des Werkstücks.....	322
10.4.5	Elektropneumatische Steuerung des Spannvorgangs .....	325
10.5	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS).....	328
10.6	Einsatz digitaler Werkzeuge in der Steuerungstechnik.....	330
10.7	Handlungssituation: Automatisierung einer Bohrstation.....	330
<b>11</b>	<b>Instandhaltung</b>	<b>340</b>
11.1	Grundbegriffe der Instandhaltung .....	341
11.1.1	Instandhaltung und Abnutzungsvorrat.....	341
11.1.2	Inspektion und Wartung .....	342
11.1.3	Instandsetzung und Verbesserung .....	343
11.1.4	Instandhaltungsstrategien .....	344
11.2	Reibung, Verschleiß, Korrosion .....	346
11.2.1	Reibungsarten.....	347
11.2.2	Reibungszustände .....	348
11.2.3	Verschleißmechanismen.....	349
11.2.4	Korrosion.....	350
11.3	Betriebsstoffe für die Instandhaltung .....	352
11.3.1	Aufgaben von Schmierstoffen .....	352
11.3.2	Flüssige Schmierstoffe.....	352
11.3.3	Schmierfette .....	353
11.3.4	Feste Schmierstoffe .....	354
11.3.5	Schmierverfahren.....	355
11.3.6	Kühlschmierstoffe (KSS) .....	357
11.3.7	Reinigungsmittel.....	358
11.4	Handlungssituation: Umsetzung von Wartungs- und Inspektionsarbeiten.....	360
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>366</b>
	<b>Bildquellenverzeichnis</b>	<b>374</b>