





1	 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz 12
1.1	Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz 12
1.2	Produktsicherheitsgesetz 12
1.3	Gefahrstoffverordnung 13
1.4	Sicherheitszeichen 14
1.5	Erste Hilfe 15
	Praxistipp: Gefährdungsbeurteilung 16
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Arbeitsschutz 17
2	 Grundbegriffe der Elektrotechnik 18
2.1	Umgang mit physikalischen Größen 18
	Masse und Kraft 18
	Mechanische Arbeit 19
	Energie 19
	Mechanische Leistung 19
2.2	Arten von Stromkreisen 20
	Elektrischer Gleichstromkreis 21
2.3	Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge) 23
	Aufbau der Atome (bohrsches Atommodell) 24
2.4	Elektrische Spannung 25
2.4.1	Spannungserzeugung 25
2.4.2	Spannung am Verbraucher 25
2.4.3	Potenziale in elektrischen Schaltungen 25
2.4.4	Arten der Spannungserzeugung 26
2.4.5	Messen elektrischer Spannung 27
2.5	Elektrischer Strom 28
2.5.1	Elektrischer Strom in Metallen 29
2.5.2	Messen elektrischer Stromstärke 29
2.5.3	Wirkungen des elektrischen Stromes 30
2.5.4	Stromarten 31
2.5.5	Stromdichte 32
2.6	Elektrischer Widerstand und Leitwert 33
2.7	Ohmsches Gesetz 34
2.8	Leiterwiderstand 35
2.9	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes 36
2.10	Bauarten von Widerständen 37
2.11	Elektrische Energie und Arbeit 39
2.11.1	Gewinnung elektrischer Energie 39
2.11.2	Elektrische Arbeit 40
2.12	Elektrische Leistung 41
2.13	Wirkungsgrad 43
2.14	Elektrowärme 44
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Grundbegriffe der Elektrotechnik 45
3	 Grundschaltungen der Elektrotechnik 46
3.1	Reihenschaltung 46
3.1.1	Gesetze der Reihenschaltung 46
3.1.2	Vorwiderstände 48
3.1.3	Spannungsfall an Leitungen 49
3.2	Parallelschaltung 50
3.3	Gemischte Schaltungen 52
3.3.1	Spannungsteiler 52
3.3.2	Brückenschaltung 54
3.3.2.1	Abgeglichene Brückenschaltung 54
3.3.2.2	Nicht abgeglichene Brückenschaltung 55
3.3.3	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung 56
3.4	Spannungsquelle 57
3.4.1	Belastungsfälle einer Spannungsquelle 57
3.4.2	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle 58
3.4.3	Anpassung 58
3.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen 60
3.5	Galvanische Elemente 61
3.5.1	Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie 61
3.5.2	Brennstoffzellen 61
3.5.3	Grundbegriffe zu Primär- und Sekundärbatterien 62
3.5.4	Batterien (Primärbatterien) 63
3.5.5	Akkumulatoren (Sekundärbatterien) 64
3.5.5.1	Arten von Akkumulatoren 64
3.5.5.2	Laden von Akkumulatoren 66
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Grundschaltungen 67

4	 Elektrisches Feld 68
4.1	Eigenschaften des elektrischen Feldes 68
4.2	Grundbegriffe 69
4.2.1	Elektrische Feldstärke 69
4.2.2	Elektrische Influenz und Polarisation 69
4.2.3	Elektrische Felder in der Praxis 70
4.3	Kondensator im Gleichstromkreis 71
4.3.1	Verhalten eines Kondensators 71
4.3.2	Kapazität eines Kondensators 71
	Berechnung der Kapazität von Kondensatoren 72
4.3.3	Laden und Entladen von Kondensatoren 73
4.3.4	Energie des geladenen Kondensators 74
4.4	Schaltungen von Kondensatoren 75
4.4.1	Parallelschaltung von Kondensatoren 75
4.4.2	Reihenschaltung von Kondensatoren 75
4.5	Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren 76
4.5.1	Kenngrößen 76
4.5.2	Bauarten 76
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Elektrisches Feld 78
5	 Magnetisches Feld 79
5.1	Eigenschaften der Magnete und Darstellungshilfen 79
5.2	Elektromagnetismus 81
5.2.1	Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld 81
5.2.2	Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld 82
5.3	Magnetische Größen 83
5.3.1	Magnetischer Fluss Φ 83
5.3.2	Elektrische Durchflutung Θ 83
5.3.3	Magnetische Feldstärke H 83
5.3.4	Magnetische Flussdichte B 84
5.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule 84
5.5	Strom und Magnetfeld 87
5.5.1	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld 87
5.5.2	Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld 89
5.5.3	Stromdurchflossene parallele Leiter 89
5.6	Spannungserzeugung durch Induktion 90
5.6.1	Generatorprinzip (Induktion der Bewegung) 90
5.6.2	Lenz'sche Regel 91
5.6.3	Transformatorprinzip (Induktion der Ruhe) 92
5.6.4	Selbstinduktion 94
5.6.5	Wirbelströme 95
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Magnetisches Feld 96
6	 Schaltungstechnik 97
6.1	Schaltungsunterlagen 97
	Schaltplanarten 97
	Praxistipp: Installation einer Wechsel- schaltung mit Steckdose 99
6.2	Installationsschaltungen 100
6.2.1	Lampenschaltungen 100
6.2.2	Schaltungen mit Meldeleuchten 102
6.2.3	Stromstoßschaltung 103
6.2.4	Infrarot-Bewegungsmelder 103
6.2.5	Treppenlicht-Zeitschaltung 104
6.2.6	Hausrufanlagen 104
6.2.7	Haussprechanlagen 105
6.3	Elektromagnetische Schalter 107
6.3.1	Relais 108
6.3.2	Schütze 110
	Grundschaltungen mit Schützen 111
	Wendeschützenschaltung 112
	Auswahlschaltung zwei aus drei 113
	Folgeschaltung 113
	Strompfadbezeichnung 113
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Schaltungstechnik 114
7	 Wechselstromtechnik 115
7.1	Kenngrößen der Wechselstromtechnik 115
7.1.1	Periode und Scheitelwert 115
7.1.2	Frequenz und Periodendauer 115
7.1.3	Frequenz und Wellenlänge 116

7.2 Sinusförmige Wechselgrößen 117
 7.2.1 Zeigerdarstellung von Sinusgrößen 117
 7.2.2 Kreisfrequenz 118
 7.2.3 Erzeugung von Sinusspannungen 118
 7.2.4 Scheitelwert und Effektivwert bei sinusförmigen Wechselgrößen 119
 7.2.5 Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen 120
 7.2.6 Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme 121
 7.2.7 Frequenz und Polpaarzahl 122
 7.2.8 Phasenverschiebung 123
 7.2.9 Wirkwiderstand 123
 7.2.10 Scheinwiderstand 123
7.3 Spule im Wechselstromkreis 124
 Induktiver Blindwiderstand 124
7.4 Kondensator im Wechselstromkreis 125
 Kapazitiver Blindwiderstand 125
 Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:
 Wechselstromtechnik 126

8 Messtechnik 127
8.1 Elektrische Messgeräte 127
 8.1.1 Grundbegriffe der Messtechnik 127
 8.1.2 Anzeigearten von Messgeräten 128
 8.1.3 Analoge Messgeräte 128
 8.1.3.1 Messfehler von analogen Messgeräten 129
 8.1.4 Digitale Messgeräte 130
 8.1.4.1 Aufbau, Anzeigen und Kennwerte 130
 8.1.4.2 Messfehler von digitalen Messgeräten 132
 8.1.4.3 Fachbegriffe zum Digitalmultimeter 133
 8.1.5 Elektrische Messwerke 134
 8.1.6 Elektrizitätszähler 135
 8.1.6.1 Induktionszähler 135
 8.1.6.2 Elektronische Elektrizitätszähler 136
8.2 Praktisches Messen 137
 8.2.1 Messen von Leistungen 137
 8.2.2 Messen von Widerständen 137
 8.2.3 Messen mit Strommesszangen 138
 8.2.4 Messkategorien 138
 Praxistipp: Praktisches Messen mit dem Digitalmultimeter 139
8.3 Oszilloskop 140
 8.3.1 Analoges Oszilloskop 140
 8.3.1.1 Aufbau eines Analog-Oszilloskops 140
 8.3.1.2 Zweikanal-Oszilloskop 142
 8.3.1.3 Messen mit dem Oszilloskop 142
 8.3.2 Digitalspeicher-Oszilloskop (DSO) 143
 Praxistipp: Messen mit dem Oszilloskop 144
 Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:
 Messtechnik 145

9 Elektronik 146
9.1 Halbleiterwerkstoffe 146
9.2 Halbleiterwiderstände 149
 9.2.1 Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren) 149
 9.2.2 Heißeleiter (NTC-Widerstände) 150
 9.2.3 Kaltleiter (PTC-Widerstände) 151
9.3 Magnetfeldabhängige Sensorelemente 153
9.4 Halbleiterdioden 154
 9.4.1 Wirkungsweise 154
 9.4.2 Leistungsdioden 154
 9.4.3 Z-Dioden (Begrenzerdioden) 155
 9.4.4 Halbleiterkennzeichnung 156
 9.4.5 Gleichrichterschaltungen 157
 9.4.5.1 Einpuls-Einwegschaltung E1U 157
 9.4.5.2 Zweipuls-Brückenschaltung B2U 158
 9.4.5.3 Zweipuls-Mittelpunktschaltung M2U 158
 9.4.5.4 Glätten pulsierender Gleichspannungen 158
9.5 Transistoren 160
 9.5.1 Bipolare Transistoren 160
 9.5.1.1 Transistoren in der Praxis 162
 9.5.1.2 Einstellung des Arbeitspunktes 163
 9.5.1.3 Stabilisierung des Arbeitspunktes 164
 9.5.1.4 Transistor als Schalter 165
9.6 Optoelektronik 167
 9.6.1 Optoelektronische Sender 167
 Leuchtdioden 167
 Laserdioden 168

9.6.2 Optoelektronische Empfänger (Detektoren) .. 169
 Fotodioden 169
 Fotowiderstände 169
 Fotoelemente 169
 Solarzellen 169
 Fototransistoren 170
 Schaltungsbeispiele optoelektronischer Empfänger mit Fototransistoren 170
 9.6.3 Flüssigkristallanzeigen (LCD) 171
 9.6.4 Optokoppler 171
9.7 Kühlung von Halbleiterbauelementen 172
9.8 Integrierte Schaltungen 173
9.9 Digitaltechnik 175
 9.9.1 Zahlensysteme 175
 9.9.1.1 Umwandlung von Zahlensystemen 176
 9.9.1.2 BCD-Code 176
 9.9.2 Signalarten der Digital- und Steuerungstechnik 177
 Grundverknüpfungen 177
 9.9.3.1 UND-Verknüpfung 177
 9.9.3.2 ODER-Verknüpfung 178
 9.9.3.3 NICHT-Verknüpfung 178
 9.9.4 Grundverknüpfungen mit Ausgangs- oder Eingangsnegation 179
 9.9.4.1 Verknüpfungen mit Ausgangsnegation 179
 9.9.4.2 Verknüpfungen mit Eingangsnegation 179
 9.9.4.3 Eingangsbeschaltung logischer Verknüpfungen 180
 9.9.4.4 Anwendung der Grundverknüpfungen 180
 9.9.5 Schaltkreisfamilien 181
 9.9.5.1 TTL-Schaltkreisfamilie 181
 9.9.5.2 CMOS-Schaltkreisfamilie 181
 9.9.6 Schaltungen in NAND- und in NOR-Technik .. 182
 9.9.7 Kippschaltungen 183
 Bistabile Kippschaltung 183
 Timer-IC NE 555 183
 Kippschaltungen mit dem Timer-IC NE 555 .. 184
 Monostabile Kippschaltung 184
 Astabile Kippschaltung 184
 Schwellwertschalter (Schmitt-Trigger) 184
 Kippglieder 185
 9.9.8 Zustandsgesteuerte und taktgesteuerte Kippglieder 185
 9.9.8.2 Zweiflankengesteuertes JK-Kippglied 186
 Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:
 Elektronik 187

10 Elektrische Anlagen 188
10.1 Energieerzeugung und Energieübertragung .. 188
10.2 Isolierte Leitungen, Kabel und Freileitungen .. 190
 10.2.1 Isolierte Leitungen 190
 Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern .. 193
 10.2.2 Kabel für Mittelspannungs- und Niederspannungsanlagen 194
 10.2.3 Freileitungen für Hoch- und Mittelspannungsanlagen 194
 10.2.4 Datenleitungen 195
 Praxistipp: Verlegen von Leitungen 196
10.3 Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher 198
10.4 Schutzschalter 201
 10.4.1 Thermischer Auslöser 201
 10.4.2 Elektromagnetischer Auslöser 201
 10.4.3 Leitungsschutzschalter 202
10.5 Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen 203
 10.5.1 Spannungsfall an Leitungen 204
 Praxistipp: Beispiel einer Leitungsbe-
 rechnung 205
 Wiederholen – Anwenden – Vertiefen:
 Elektrische Anlagen 206

11 Schutzmaßnahmen 207
11.1 Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom 207
 11.1.1 Wirkungen des elektrischen Stromes im menschlichen Körper 207
 11.1.2 Direktes und indirektes Berühren 209

11.1.3	Fachbegriffe Schutzmaßnahmen (nach DIN VDE).....	209
11.2	Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen	210
11.2.1	Schutzklassen.....	210
11.2.2	IP-Schutzarten.....	211
11.2.3	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen.....	212
11.2.4	Fehlerarten in elektrischen Anlagen.....	213
11.2.5	Spannungen im Fehlerfall.....	213
11.3	Netzsysteme	214
11.4	Schutz gegen elektrischen Schlag	215
11.5	Automatische Abschaltung der Stromversorgung	216
11.5.1	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren).....	216
11.5.2	Anforderungen an den Fehlerschutz.....	217
11.5.3	Schutz im TN-System.....	218
11.5.4	Schutz im TT-System.....	219
11.5.5	Schutz im IT-System.....	220
11.6	Doppelte oder verstärkte Isolierung	221
11.7	Schutztrennung	221
11.8	Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	222
11.9	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	223
11.9.1	Aufbau und Funktion.....	223
11.9.2	Anwendungen von RCDs.....	224
11.9.3	Kennwerte von RCDs.....	225
11.9.4	Auswahl und Einsatz von RCDs.....	225
11.9.5	RCD als Brandschutz.....	227
11.10	Differenzstrom-Überwachungseinrichtung	227
11.11	Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden	228
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Schutzmaßnahmen.....	229
12	Informationstechnik	230
12.1	Bereiche der Informationstechnik	230
12.2	Computer, Programme und Peripherie	231
12.2.1	Bestandteile und Funktionsweise eines Computers.....	231
12.2.2	Hardware, Software und Firmware.....	232
12.2.3	Computersystem.....	232
12.3	Mikrocomputer	233
12.4	Personal Computer (PC)	234
12.4.1	Komponenten eines PC.....	234
12.4.2	Mikroprozessor (CPU).....	235
12.4.3	Halbleiterspeicher.....	236
12.4.4	Buskommunikation.....	237
12.4.5	Eingabe- und Ausgabe-Einheit.....	237
	Praxistipp: Auswahl eines PC-Mainboard.....	238
12.5	Geräte für Eingabe, Ausgabe und Speicherung	239
12.5.1	Geräte zur Eingabe.....	239
12.5.2	Geräte zur Ausgabe.....	239
12.5.2.1	Drucker.....	239
12.5.2.2	Farbmonitore.....	240
12.5.3	Periphere Geräte zur Datenspeicherung.....	241
	Praxistipp: Servicearbeiten am PC.....	242
12.6	Software	243
12.6.1	Systemprogramme.....	243
12.6.2	Anwendungsprogramme.....	244
12.6.3	Softwareentwicklung.....	245
	Umsetzen des Entwurfs in ein Programm (Implementierung).....	245
12.7	Vernetzung von Computern	246
12.7.1	Netzwerktopologien.....	246
12.7.2	Netzwerkdienste.....	246
12.7.3	Bestandteile eines lokalen Netzwerkes (LAN) in Sterntopologie.....	247
12.7.4	Netzwerkprotokoll.....	248
	TCP/IP-Protokoll.....	249
	Drahtlose Netzwerke.....	249
12.7.5	Globales Netzwerk Internet.....	249
	Praxistipp: Verbinden von zwei PCs über ein Netzwerk.....	250

	Praxistipp: Herstellen einer WLAN-Verbindung zu einem Netzwerk.....	251
12.8	Datensicherheit, Datenschutz und Urheberrechte	252
12.9	Schädliche Programme (Malware)	252
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Informationstechnik.....	253

13 Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Umweltschutz und Energieeinsparung. 254

13.1	Werkstoffe der Elektrotechnik	254
13.1.1	Stahl und Eisen-Gusswerkstoffe (Normung).....	255
13.1.2	Leiterwerkstoffe.....	256
13.1.3	Kontaktwerkstoffe.....	257
13.1.4	Widerstandswerkstoffe.....	258
13.1.5	Magnetwerkstoffe.....	259
13.1.5.1	Magnetisch harte Werkstoffe.....	259
13.1.5.2	Magnetisch weiche Werkstoffe.....	260
13.1.6	Isolierstoffe.....	261
13.1.6.1	Elektrische Beanspruchung von Isolierstoffen.....	261
13.1.6.2	Anorganische Isolierstoffe.....	263
13.1.6.3	Organische Isolierstoffe.....	264
13.1.6.4	Flüssige und gasförmige Isolierstoffe.....	266
13.2	Verbindungen (Fügen)	267
13.2.1	Lösbare Verbindungen in der Elektrotechnik.....	267
13.2.2	Unlösbare Verbindungen in der Elektrotechnik.....	267
13.3	Gedruckte Schaltungen	270
13.3.1	Subtraktiv-Technik.....	270
13.3.2	Additiv-Technik.....	270
13.3.3	Mehrlagen-Leiterplatten (Multilayer).....	271
13.3.4	Drucktechniken.....	271
13.3.5	Prüfen von gedruckten Schaltungen.....	272
13.3.6	SMD-Technik.....	273
13.3.6.1	Bestückungsverfahren.....	273
13.3.6.2	Kleben von SMD-Bauteilen.....	274
13.3.6.3	Lötverfahren der SMD-Technik.....	274
13.4	Umweltschutz	275
13.4.1	Umweltschutzverordnungen im Bereich der Elektrotechnik.....	275
13.4.2	Umweltschutz im Betrieb.....	276
13.4.3	Wiederverwertung und Entsorgung von Abfallstoffen.....	277
	Wiederverwertung und Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten.....	278
13.5	Energieeinsparung	279
13.5.1	Rationeller Umgang mit Energie.....	279
13.5.2	Stand-by-Betrieb.....	281
13.5.3	Tipps zum Energiesparen.....	282
	Wiederholen – Anwenden – Vertiefen: Werkstoffe, Fertigg., Umwelt.....	283

I Infoteil 284

•	Wichtige Formeln	284
•	Schaltzeichen	287
•	Wichtige elektrotechnische Symbole	291
•	Wichtige Prüfzeichen, Symbole und Logos	292
•	Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren	293
•	Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	294
•	Verlegearten von Kabeln und isolierten Leitungen, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter	295
•	Strombelastbarkeit, Umrechnungsfaktoren von Kabeln und isolierten Leitungen	296
•	Normspannungen, Normfrequenzen und deren Kennzeichnungen	297
•	Dioden	298
•	NPN-Transistor	299
•	Wichtige Abkürzungen – Deutsch	300
•	Fachbegriffe Englisch – Deutsch	302
•	Ergebnisse der Rechenaufgaben	305
•	Bildquellenverzeichnis	306
•	Sachworte	307