

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 AVΩ 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

Spannungserzeugung 25

2.4.1 Spannung am Verbraucher 25

2.4.2 Potenziale in elektrischen Schaltungen 25

2.4.3 Arten der Spannungserzeugung 26

2.4.4 Messen elektrischer Spannung 27

2.4.5 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 Primärelemente 62

3.5.3 Sekundärelemente (Akkumulatoren) 64

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 75

4.4.2 Reihenschaltung 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 Lenzsche 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 Wechselschaltung 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

Wendeschutzschaltung 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 Heißleiter (NTC-Widerstände) 150
 9.2.3 Kaltleiter (PTC-Widerstände) 151
 9.2.4 Feldplatten 153
9.3 Hallgeneratoren **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 ETU 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
 Flüssigkristallanzeigen (LCD) 171
 9.6.3 Optokoppler 171
 9.6.4 **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
 Schwellwerterschalter (Schmitt-Trigger) 184
 9.9.8 Kippglieder 185
 9.9.8.1 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
 Kabel für Mittelspannungs- und Niederspannungsanlagen 194
 10.2.3 Freileitungen für Hoch- und Mittelspannungsanlagen 194
 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
 Back-up-Schutz von LS-Schaltern 202
 10.4.4 Selektiver Hauptleitungsschutzschalter 202
10.5 Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen **203**
 Praxistipp: Beispiel einer Leitungsberechnung 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	Dienste in Computernetzwerken	246		
12.7.2	Netzwerktopologien	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, Fertig., 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		
•	Verlegarten 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	300		
•	Fachbegriffe Englisch – Deutsch	302		
•	Ergebnisse der Rechenaufgaben	305		
•	Firmenverzeichnis	306		
•	Sachworte	307		