

1	Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz . 12		
1.1	Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz	12	4.2.2 Elektrische Influenz und Polarisation
1.2	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz	12	4.2.3 Elektrische Felder in der Praxis
1.3	Gefahrstoffverordnung	13	4.3 Kondensator im Gleichstromkreis
1.4	Sicherheitszeichen	14	4.3.1 Verhalten eines Kondensators
1.5	Erste Hilfe	15	4.3.2 Kapazität eines Kondensators
	Praxistipp: Gefährdungsbeurteilung	16	4.3.3 Berechnung der Kapazität von Kondensatoren
	Wiederholungsseite zu Kapitel 1	17	4.3.4 Laden und Entladen eines Kondensators
2	Grundbegriffe der Elektrotechnik 18		4.4 Schaltungen von Kondensatoren
2.1	Umgang mit physikalischen Größen	18	4.4.1 Parallelschaltung
	Masse und Kraft	18	4.4.2 Reihenschaltung
	Mechanische Arbeit	19	4.5 Kenngößen und Bauarten von Kondensatoren
	Energie	19	4.5.1 Kenngößen
	Mechanische Leistung	19	4.5.2 Bauarten
2.2	Arten von Stromkreisen	20	Wiederholungsseite zu Kapitel 4
	Elektrischer Gleichstromkreis	21	
2.3	Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge)	23	5 Magnetisches Feld 78
	Aufbau der Atome	24	5.1 Eigenschaften der Magnete und Darstellungshilfen
2.4	Elektrische Spannung	25	5.2 Elektromagnetismus
2.4.1	Spannungsquellen	25	5.2.1 Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld
2.4.2	Potenzial und Spannung	25	5.2.2 Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld
2.4.3	Arten der Spannungserzeugung	26	5.3 Magnetische Größen
2.4.4	Messen elektrischer Spannung	27	5.3.1 Magnetischer Fluss
2.5	Elektrischer Strom	28	5.3.2 Elektrische Durchflutung
2.5.1	Elektrischer Strom in Metallen	29	5.3.3 Magnetische Feldstärke
2.5.2	Messen elektrischer Stromstärke	29	5.3.4 Magnetische Flussdichte
2.5.3	Wirkungen des elektrischen Stromes	30	5.4 Eisen im Magnetfeld einer Spule
2.5.4	Stromarten	31	5.5 Strom und Magnetfeld
2.5.5	Stromdichte	32	5.5.1 Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld
2.6	Elektrischer Widerstand und Leitwert	33	5.5.2 Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld
2.7	Ohmsches Gesetz	34	5.5.3 Stromdurchflossene parallele Leiter
2.8	Leiterwiderstand	35	5.6 Spannungserzeugung durch Induktion
2.9	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	36	5.6.1 Generatorprinzip (Induktion durch Bewegung)
2.10	Bauarten von Widerständen	37	5.6.2 Lenzsche Regel
2.11	Elektrische Energie und Arbeit	39	5.6.3 Transformatorprinzip (Induktion der Ruhe)
2.11.1	Gewinnung elektrischer Energie	39	5.6.4 Selbstinduktion
2.11.2	Elektrische Arbeit	40	5.6.5 Wirbelströme
2.12	Elektrische Leistung	41	Wiederholungsseite zu Kapitel 5
2.13	Wirkungsgrad	43	
2.14	Elektrowärme	44	6 Schaltungstechnik 97
	Wiederholungsseite zu Kapitel 2	45	6.1 Schaltungsunterlagen
3	Grundschaltungen der Elektrotechnik . . . 46		6.1 Praxistipp: Installation einer Wechselschaltung
3.1	Reihenschaltung	46	6.2 Installationsschaltungen
3.1.1	Gesetze der Reihenschaltung	46	6.2.1 Lampenschaltungen
3.1.2	Vorwiderstände	48	6.2.2 Schaltungen mit Meldeleuchten
3.1.3	Spannungsfall an Leitungen	49	6.2.3 Stromstoßschaltung
3.2	Parallelschaltung	50	6.2.4 Infrarot-Bewegungsmelder
3.3	Gemischte Schaltungen	52	6.2.5 Treppenhaus-Zeitschaltung
3.3.1	Spannungsteiler	52	6.2.6 Hausrufanlagen
3.3.2	Brückenschaltung	54	6.2.7 Haussprechanlagen
3.3.2.1	Abgegliche Brückenschaltung	54	6.3 Elektromagnetische Schalter
3.3.2.2	Nicht abgeglichene Brückenschaltung	55	6.3.1 Relais
3.3.3	Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	56	6.3.2 Schütze
3.4	Innenwiderstand von Spannungsquellen	57	Grundschaltungen mit Schützen
3.4.1	Belastungsfälle einer Spannungsquelle	57	Tippbetrieb
3.4.2	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	58	Selbsthaltung
3.4.3	Anpassung	58	Verriegelung
3.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen	60	Wendeschützschaltung
3.5	Galvanische Elemente	61	Auswahlschaltung zwei aus drei
3.5.1	Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie	61	Folgeschaltung
3.5.2	Primärelemente	62	Strompfadbezeichnung
3.5.3	Sekundärelemente (Akkumulatoren)	64	Wiederholungsseite zu Kapitel 6
	Wiederholungsseite zu Kapitel 3	66	
4	Elektrisches Feld 67		7 Wechselstromtechnik 115
4.1	Eigenschaften des elektrischen Feldes	67	7.1 Kenngößen der Wechselstromtechnik
4.2	Grundbegriffe	68	7.1.1 Periode und Scheitelwert
4.2.1	Elektrische Feldstärke	68	7.1.2 Frequenz und Periodendauer
			7.1.3 Frequenz und Wellenlänge
			7.2 Sinusförmige Wechselgrößen
			7.2.1 Zeigerdarstellung von Sinusgrößen
			7.2.2 Kreisfrequenz
			7.2.3 Erzeugung von Sinusspannungen

7.2.4	Scheitelwert und Effektivwert bei sinusförmigen Wechselgrößen	119	Solarzellen	169	
7.2.5	Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen	120	Fototransistoren	170	
7.2.6	Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme	121	Schaltungsbeispiele optoelektronischer Empfänger	170	
7.2.7	Frequenz und Polpaarzahl	122	9.6.3 Flüssigkristallanzeigen	171	
7.2.8	Phasenverschiebung	123	9.6.4 Optokoppler	171	
7.2.9	Wirkwiderstand	123	9.7 Kühlung von Halbleiterbauelementen	172	
7.2.10	Scheinwiderstand	123	9.8 Integrierte Schaltungen	173	
7.3	Spule im Wechselstromkreis	124	9.9 Digitaltechnik	175	
	Induktiver Blindwiderstand	124	9.9.1 Zahlensysteme	175	
7.4	Kondensator im Wechselstromkreis	125	9.9.1.1 Umwandlung von Zahlensystemen	176	
	Kapazitiver Blindwiderstand	125	9.9.1.2 BCD-Code	176	
	Wiederholungsseite zu Kapitel 7	126	9.9.2 Signalarten der Digital- und Steuerungstechnik	177	
			9.9.3 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 log. 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 Schaltalgebra	182	
			9.9.7 Antivalenz-Verknüpfung und Äquivalenz-Verknüpfung	183	
			9.9.8 Schaltungen in NAND- und in NOR-Technik	184	
			9.9.9 Kippschaltungen	185	
				Bistabile Kippschaltung	185
				Timer-Baustein NE 555	185
				Kippschaltungen mit dem Timer NE 555	186
				Monostabile Kippschaltung	186
				Astabile Kippschaltung	186
				Schwellwertschalter (Schmitt-Trigger)	186
			9.9.10 Kippglieder	187	
			9.9.10.1 Zustandsgesteuerte und taktgesteuerte Kippglieder	187	
			9.9.10.2 Zweiflankengesteuertes JK-Kippglied	188	
				Wiederholungsseite zu Kapitel 9	189
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			
	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	Wirkverbrauchszähler	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			
8.2.5	Durchführung einer praktischen Messung	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	Digital Speicher-Oszilloskop	143			
	Praxistipp: Messen mit dem Oszilloskop	144			
	Wiederholungsseite zu Kapitel 8	145			
9	Elektronik	146	10	Elektrische Anlagentechnik	190
9.1	Halbleiterwerkstoffe	146	10.1	Energieübertragung und Spannungsebenen	190
9.2	Halbleiterwiderstände	149	10.2	Isolierte Leitungen, Kabel und Freileitungen	192
9.2.1	Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren)	149	10.2.1	Isolierte Leitungen	192
9.2.2	Heißeiter (NTC-Widerstände)	150		Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern	195
9.2.3	Kaltleiter (PTC-Widerstände)	151	10.2.2	Kabel für Mittelspannungs- und Niederspannungsanlagen	196
9.2.4	Feldplatten	153	10.2.3	Freileitungen für Hoch- und Mittelspannungsanlagen	196
9.3	Halbgeneratoren	153	10.2.4	Datenleitungen	197
9.4	Halbleiterdioden	154		Praxistipp: Verlegen von Leitungen	198
9.4.1	Wirkungsweise	154	10.3	Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher	199
9.4.2	Leistungsdioden	154	10.4	Schutzschalter	202
9.4.3	Z-Dioden (Begrenzerdioden)	155	10.4.1	Thermischer Auslöser	202
9.4.4	Halbleiterkennzeichnung	156	10.4.2	Elektromagnetischer Auslöser	202
9.4.5	Gleichrichterschaltungen	157	10.4.3	Leitungsschutzschalter	203
9.4.5.1	Einpuls-Einwegschaltung E1U	157	10.4.4	Selektiver Hauptleitungsschutzschalter	203
9.4.5.2	Zweipuls-Brückenschaltung B2U	158	10.5	Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen	204
9.4.5.3	Zweipuls-Mittelpunktschaltung M2U	158		Spannungsfall an Leitungen	205
9.4.5.4	Glätten pulsierender Gleichspannungen	158		Praxistipp: Beispiel einer Leitungsberechnung	206
9.5	Transistoren	160		Wiederholungsseite zu Kapitel 10	207
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	11	Schutzmaßnahmen	208
9.6.1	Optoelektronische Sender	167	11.1	Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom	208
	Leuchtdioden	167	11.1.1	Wirkungen des elektrischen Stromes im menschlichen Körper	208
	Laserdioden	168	11.1.2	Direktes und indirektes Berühren	210
9.6.2	Optoelektronische Empfänger	169	11.1.3	Fachbegriffe Schutzmaßnahmen	210
	Fotodioden	169	11.2	Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen	211
	Fotowiderstände	169	11.3	Begriffe und Kenngrößen	211
	Fotoelemente	169			

11.3.1	Schutzklassen	211
11.3.2	IP-Schutzarten (nach DIN VDE 0470)	212
11.3.3	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	213
11.3.4	Fehlerarten in elektrischen Anlagen	214
11.3.5	Spannungen im Fehlerfall	214
11.4	Drehstromsysteme	215
11.5	Schutz gegen elektrischen Schlag	216
11.6	Automatische Abschaltung der Stromversorgung	217
11.6.1	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren)	217
11.6.2	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren)	218
11.6.3	Schutz im TN-System	219
11.6.4	Schutz im TT-System	220
11.6.5	Schutz im IT-System	221
11.7	Doppelte oder verstärkte Isolierung	222
11.8	Schutztrennung	222
11.9	Schutz durch Kleinspannung mittels SELV oder PELV	223
11.10	Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen	224
11.10.1	Aufbau und Funktion	224
11.10.2	Anwendungen von RCDs	225
11.10.3	Kennwerte von RCDs	226
11.10.4	Auswahl und Einsatz von RCDs	226
11.10.5	RCD als Brandschutz	228
11.11	Differenzstrom-Überwachungsgerät	228
11.12	Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden	229
	Wiederholungsseite zu Kapitel 11	230

12	Informationstechnik	231
12.1	Bereiche der Informationstechnik	231
12.2	Computer, Programme und Peripherie	232
12.2.1	Bestandteile und Funktionsweise eines Computers	232
12.2.2	Hardware, Software und Firmware	233
12.2.3	Computersystem	233
12.3	Mikrocomputer	234
12.4	Personal Computer (PC)	235
12.4.1	Komponenten eines PC	235
12.4.2	Mikroprozessor (CPU)	236
12.4.3	Halbleiterspeicher	237
12.4.4	Buskommunikation	238
12.4.5	Ein- und Ausgabe-Einheit	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
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
	Wiederholungsseite zu Kapitel 12	253

13

Werkstoffe, Fertigungsverfahren, Umweltschutz und Energieeinsparung

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
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
	Wiederholungsseite zu Kapitel 13	283

i

Infoteil

•	Wichtige Formeln	284
•	Schaltzeichen	287
•	Wichtige elektrotechnische Symbole	291
•	Wichtige Prüfzeichen und Symbole	292
•	Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren	293
•	Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen	294
•	Verlegearten und Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen	295
•	Umrechnungsfaktoren, Strombelastbarkeit, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter	296
•	Normspannungen, Normfrequenzen	297
•	Dioden	298
•	NPN-Transistor	299
•	Wichtige Abkürzungen	300
•	Fachbegriffe Englisch – Deutsch	302
	Rechenergebnisse der Wiederholungsseiten	305
	Firmenverzeichnis	306
	Sachworte	307
	Vordere Innenumschlagseite:	
	Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten	
	Hintere Innenumschlagseite:	
	Arbeitssicherheit und Unfallverhütung	