

JL.



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

Fachkunde Elektrotechnik

27. überarbeitete und erweiterte Auflage

Bearbeitet von Lehrern an beruflichen Schulen und von Ingenieuren
(siehe Rückseite)

Lektorat: Klaus Tkotz, Kronach



VERLAG: EUROPA-LEHRMITTEL • Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsseldorfer Straße 23 • 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 30138

Inhaltsverzeichnis

3 (J ^) I E J

1.1	Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz	15
1.2	Geräte- und Produktsicherheitsgesetz	15
1.3	Gefahrstoffverordnung	16
1.4	Sicherheitszeichen	17
1.5	Erste Hilfe	18
	Praxistipp: Gefährdungsbeurteilung	19
	Wiederholungsseite zu Kapitel 1.	20
2.1	Umgang mit physikalischen Größen	21
	Masse und Kraft	21
	Mechanische Arbeit	22
	Energie	22
	Mechanische Leistung	22
2.2	Arten von Stromkreisen	23
	Elektrischer Gleichstromkreis	24
	Schaltzeichen	25
2.3	Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge)	26
	Aufbau der Atome	27
2.4	Elektrische Spannung	28
	Spannungsquellen	28
	Potenzial und Spannung	28
	Arten der Spannungserzeugung	29
	Messen elektrischer Spannung	30
2.5	Elektrischer Strom	31
	Elektrischer Strom in Metallen	32
	Messen elektrischer Stromstärke	32
	Wirkungen des elektrischen Stromes	33
	Stromarten	34
	Stromdichte	35
2.6	Elektrischer Widerstand und Leitwert	36
2.7	Ohmsches Gesetz	37
2.8	Leiterwiderstand	38
2.9	Temperaturabhängigkeit des Widerstandes	39
	Bauarten von Widerständen	40
2.10	Elektrische Energie und Arbeit	42
	Gewinnung elektrischer Energie	42
	Elektrische Arbeit	43
2.12	Elektrische Leistung	44
2.13	Wirkungsgrad	46
2.14	Elektrowärme	47
	Wiederholungsseite zu Kapitel 2.	48
3.1	Reihenschaltung	49
	Gesetze der Reihenschaltung	49
	Vorwiderstände	51
	Spannungsfall an Leitungen	52
	3.r Parallelschaltung	53
3.3	Gemischte Schaltungen	55
	Spannungsteiler	55
	Brückenschaltung	57
	3.3.3 Widerstandsbestimmung durch Strom- und Spannungsmessung	58
3.4	Innenwiderstand von Spannungsquellen	59
	3.4.1 Betriebsfälle einer Spannungsquelle	59
	3.4.2 Ersatzspannungsquelle und Ersatzstromquelle	60
	3.4.3 Anpassung	61
	3.4.4 Schaltungen von Spannungsquellen	62
3.5	Galvanische Elemente	63
	3.5.1 Umwandlung chemischer Energie in elektrische Energie	63
3.5.2	Primärelemente	64

3.5.3	Sekundärelemente (Akkumulatoren)	66
	Wiederholungsseite zu Kapitel 3.	68
	 [lj [_f= hf!ntoftr3apfK)oooo-noooo-noooooooooooo @]	
4.1	Eigenschaften des elektrischen Feldes	69
4.2	Grundbegriffe	70
	4.2.1 Elektrische Feldstärke	70
	4.2.2 Elektrische Influenz und Polarisation	70
	4.2.3 Elektrische Felder in der Praxis	71
4.3	Kondensator im Gleichstromkreis	72
	4.3.1 Verhalten eines Kondensators	72
	4.3.2 Kapazität eines Kondensators	72
	Berechnung der Kapazität von Kondensatoren	73
	4.3.3 Laden und Entladen eines Kondensators	74
	4.3.4 Energie des geladenen Kondensators	75
4.4	Schaltungen von Kondensatoren	76
	4.4.1 Parallelschaltung	76
	4.4.2 Reihenschaltung	76
4.5	Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren	77
	4.5.1 Kenngrößen	77
	4.5.2 Bauarten	77
	Wiederholungsseite zu Kapitel 4.	79
	 Q Diiteg BL feaE@IMta...ooo.....nooooo @j 	
5.1	Eigenschaften der Magnete und Darstellungshilfen	80
5.2	Elektromagnetismus	82
	5.2.1 Stromdurchflossener Leiter und Magnetfeld	82
	5.2.2 Stromdurchflossene Spule und Magnetfeld	83
5.3	Magnetische Größen	84
	5.3.1 Magnetischer Fluss Φ	84
	5.3.2 Elektrische Durchflutung I	84
	5.3.3 Magnetische Feldstärke H	85
	5.3.4 Magnetische Flussdichte B	85
5.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule	86
5.5	Strom und Magnetfeld	89
	5.5.1 Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	89
	5.5.2 Stromdurchflossene Spule im Magnetfeld	91
	5.5.3 Stromdurchflossene parallele Leiter	91
5.6	Spannungserzeugung durch Induktion	92
	5.6.1 Generatorprinzip (Induktion durch Bewegung)	92
	5.6.2 Lenzsche Regel	93
	5.6.3 Transformatorprinzip (Induktion der Ruhe)	94
	5.6.4 Selbstinduktion	96
	5.6.5 Wirbelströme	97
	Wiederholungsseite zu Kapitel 5.	98
6.1	Schaltungsunterlagen	99
6.2	Installationsschaltungen	101
	6.2.1 Lampenschaltungen	101
	6.2.2 Stromstoßschaltung	103
	6.2.3 Infrarot-Bewegungsmelder	103
	6.2.4 Treppenhaus-Zeitschaltung	104
	6.2.5 Hausrufanlagen	104
	6.2.6 Haussprechanlagen	105
6.3	Elektromagnetische Schalter	107
	6.3.1 Relais	108
	6.3.2 Schütze	110
	Grundsaltungen mit Schützen	111
	Tippbetrieb	111
	Selbsthalteschaltung	111
	Verriegelungsschaltung	112
	Wendeschützenschaltung	112
	Folgeschaltung	113
	Stern-Dreieck-Schützenschaltung	113
	Automatische Stern-Dreieck-Schützenschaltung	115

Dahlanderschaltung	115	7.9.3	Kompensation bei elektronischen Stromrichter-	158
6.4 Klemmenplan.	116	7.9.4	Tonfrequenzsperrkreise.	158
6.5 Elektrische Ausrüstung von Maschinen.	117		Wiederholungsseite zu Kapitel 7.	159
Wiederholungsseite zu Kapitel 6.	119			
7.1 Kenngrößen der Wechselstromtechnik.	120	8.1 Elektrische Messgeräte.	160	
7.1.1 Periode und Scheitelwert	120	8.1.1 Grundbegriffe der Messtechnik	160	
7.1.2 Frequenz und Periodendauer	120	8.1.2 Anzeigarten von Messgeräten	161	
7.1.3 Frequenz und Wellenlänge	121	8.1.3 Analoge Messgeräte	161	
7.1.4 Frequenz und Polpaarzahl	122	8.1.3.1 Messfehler von Zeigermessgeräten	162	
7.1.5 Zeitlicher Verlauf von Wechselgrößen	123	8.1.3.2 Elektrische Messwerke	163	
7.2 Sinusförmige Wechselgrößen.	124	8.1.4 Digitale Messgeräte	164	
7.2.1 Zeigerdarstellung von Sinusgrößen	124	8.1.5 Elektrizitätszähler	166	
7.2.2 Kreisfrequenz	125	8.1.5.1 Wirkverbrauchszähler	166	
7.2.3 Erzeugung von Sinusspannungen	125	8.1.5.2 Elektronische Elektrizitätszähler	167	
7.2.4 Scheitelwert und Effektivwert bei sinusförmigen Wechselgrößen	126	8.2 Praktisches Messen.	168	
7.2.5 Nichtsinusförmige Spannungen und Ströme	127	8.2.1 Messen von Leistungen	168	
7.2.6 Phasenverschiebung	128	8.2.2 Messen von Widerständen	168	
7.2.7 Wirkwiderstand	128	8.2.3 Messen mit Strommesszangen	169	
7.2.8 Scheinwiderstand	128	8.2.4 Messkategorien	169	
7.3 Spule im Wechselstromkreis.	129	8.2.5 Durchführung einer praktischen Messung	170	
7.3.1 Induktiver Blindwiderstand	129	8.3 Oszilloskop.	171	
7.3.2 Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und induktivem Blindwiderstand	130	8.3.1 Analoges Oszilloskop	171	
7.3.3 Spannungsdreieck	131	8.3.1.1 Aufbau eines Analog-Oszilloskops	171	
7.3.4 Widerstandsdreieck	132	8.3.1.2 Zweikanal-Oszilloskop	173	
7.3.5 Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und induktivem Blindwiderstand	133	8.3.1.3 Messen mit dem Oszilloskop	173	
7.3.6 Stromdreieck und Leitwertdreieck	133	8.3.2 Digitalspeicher-Oszilloskop	174	
7.4 Leistungen im Wechselstromkreis.	134	Praxistipp: Messen mit dem Oszilloskop	175	
7.4.1 Wirkleistung	134	8.4 Messen nichtelektrischer Größen mit Sensoren	176	
7.4.2 Scheinleistung	134	8.4.1 Aktive und passive Sensoren	176	
7.4.3 Blindleistung	135	8.4.2 Analoge Sensoren	177	
7.4.4 Leistungsdreieck bei induktiver Last	135	8.4.2.1 Sensoren zur Weg- und Winkelmessung	177	
7.4.5 Leistungsfaktor, Wirkfaktor und Blindfaktor	136	8.4.2.2 Sensoren zur Messung von Dehnung, Kraft, Druck und Drehmoment	178	
7.4.6 Verlustleistung bei realen Spulen	136	8.4.2.3 Sensoren zur Messung von Temperaturen	179	
7.5 Kondensator im Wechselstromkreis.	137	8.4.3 Binäre Sensoren	180	
7.5.1 Kapazitiver Blindwiderstand	137	8.4.3.1 Optische Näherungsschalter	180	
7.5.2 Reihenschaltung aus Wirkwiderstand und kapazitivem Blindwiderstand	138	8.4.3.2 Induktive Näherungsschalter	180	
RC-Hochpass	139	8.4.3.3 Kapazitive Näherungsschalter	181	
RC-Tiefpass	139	8.4.3.4 Ausgangsfunktion und Ausführung von Näherungsschaltern	181	
7.5.3 Parallelschaltung aus Wirkwiderstand und kapazitivem Blindwiderstand	140	8.4.4 Digitale Sensoren	182	
7.5.4 Verlustleistung bei realen Kondensatoren	141	Praxistipp: Effektivwertmessung nichtsinusförmiger Größen	183	
7.6 Schaltung aus Spule, Kondensator und Wirkwiderstand.	142	Wiederholungsseite zu Kapitel 8.	184	
7.6.1 Reihenschaltung aus Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand	142			
7.6.2 Parallelschaltung aus Wirkwiderstand, induktivem und kapazitivem Blindwiderstand	143	9.1 Halbleiterwerkstoffe.	185	
7.7 Schwingkreise.	144	9.2 Halbleiterwiderstände.	187	
7.7.1 Resonanz	145	9.2.1 Spannungsabhängige Widerstände (Varistoren)	187	
7.7.2 Reihenschwingkreis	145	9.2.2 Halbleiter (NTC-Widerstände)	188	
7.7.3 Parallelschwingkreis	146	9.2.3 Kaltleiter (PTC-Widerstände)	189	
7.8 Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom).	148	9.2.4 Feldplatten	191	
7.8.1 Entstehung der Dreiphasenwechselspannung	148	9.3 Halbgeneratoren.	191	
7.8.2 Verkettung	148	9.4 Halbleiterdioden.	192	
7.8.3 Sternschaltung	150	9.4.1 Wirkungsweise	192	
7.8.4 Dreieckschaltung	152	9.4.2 Leistungsdioden	192	
7.8.5 Sternschaltung und Dreieckschaltung bei Drehstrommotoren	153	9.4.3 Z-Dioden (Begrenzerdioden)	193	
7.8.6 Leistung bei Dreiphasenwechselstrom	154	9.4.4 Halbleiterkennzeichnung	194	
7.8.7 Leistungsmessung bei Dreiphasenwechselstrom	155	9.4.5 Kühlung von Halbleiterbauelementen	195	
7.9 Kompensation.	156	9.5 Transistoren.	196	
7.9.1 Kompensationsarten	157	9.5.1 Bipolare Transistoren	196	
7.9.2 Bemessung von Kompensationskondensatoren	158	9.5.1.1 Transistoren in der Praxis	198	
		9.5.1.2 Einstellung des Arbeitspunktes	199	
		9.5.1.3 Stabilisierung des Arbeitspunktes	200	
		9.5.1.4 Transistor als Schalter	201	
		9.5.1.5 Kippschaltungen	203	
		Bistabile Kippschaltung	203	

Inhaltsverzeichnis

	Monostabile Kippschaltung	204		Dreipuls-Mittelpunktschaltung M3U	244	
	Astabile Kippschaltung	204		Sechspuls-Brückenschaltung B6U	244	
	Schwellwertschalter (Schmitt-Trigger)	204		Welligkeit bei Gleichrichterschaltungen	245	
9.5.1.6	Verstärkerschaltungen	205		Transformatorbauleistung bei Gleichrichterschaltungen	245	
	Grundbegriffe der Verstärkertechnik	205		Glätten pulsierender Gleichspannungen	246	
	Grundsaltungen des bipolaren Transistors	205		Gesteuerte Gleichrichterschaltung	247	
	Einstufiger bipolarer Transistorverstärker		9.9.3.2	Phasenanschnittsteuerung	247	
	in Emitterschaltung	206		Gesteuerte Einpuls-Einwegschaltung E1C	247	
9.5.2	Feldeffekttransistoren (FET)	207		Einfluss verschiedener Lastarten auf gesteuerte Gleichrichter	247	
	Verstärkergrundsaltungen mit Feldeffekttransistoren	209		Steuerkennlinie	248	
9.6	Optoelektronik	210		Ansteuerung von Ventilen (Thyristoren)	248	
9.6.1	Optoelektronische Sender (Aktoren)	210		Gesteuerte Zweipuls-Brückenschaltung B2C	248	
	Leuchtdioden	210		Gesteuerte Drehstromgleichrichter	249	
	Laserdioden	211		Wechselrichterbetrieb von netzgeführten Stromrichtern	250	
9.6.2	Optoelektronische Empfänger (Detektoren)	212		9.9.5	Wechselstrom-Umrichter	251
	Fotodioden	212		9.9.5.1	Wechselwegschaltung W1C (Dimmer)	251
	Fotowiderstände	212			Phasenanschnittsteuerung	251
	Fotoelemente	212			Phasenabschnittsteuerung	251
	Solarzellen	212			Nachteile der Phasenanschnittsteuerung	252
	Fototransistoren	213		9.9.5.2	Vielperiodensteuerung	252
	Schaltungsbeispiele optoelektronischer Empfänger	213		9.9.6	Gleichstrom-Umrichter	253
9.6.3	Flüssigkristallanzeigen	214		9-96.1	Durchfluss- und Sperrwandler	254
9.6.4	Optokoppler	214		9.9.6.2	Ansteuerungsarten für Gleichstromsteller	254
9.7	Operationsverstärker	215		9.9.7	Wechselrichter	255
9.7.1	Grundlagen	215		9-9.8	Netzgeräte	256
9.7.2	Analoge Schaltungen mit Operationsverstärkern	217		9-9.8.1	Geregelte Netzgeräte	256
9.7.3	Digitale Schaltungen mit Operationsverstärkern	219		9-9.8.2	Spannungsregler	257
9.8	Digitaltechnik	221		9-9.8.3	Schaltnetzgeräte	257
9.8.1	Signalarten der Digital- und Steuerungstechnik	221		9.9.9	Betriebsarten elektrischer Antriebe	258
9.8.2	Grundverknüpfungen	221		9-9.10	Gleichstromantriebe	259
9.8.2.1	UND-Verknüpfung	221		9.9.10.1	Gleichstrommotor am Thyristor-Stromrichter	259
9.8.2.2	ODER-Verknüpfung	222			Gleichstrommotor an Sechspuls-Brückenschaltung B6C	260
9.8.2.3	NICHT-Verknüpfung	222		9.9.10.3	Gleichstrommotor im Vierquadranten-Betrieb (4-Q-Betrieb)	260
9.8.3	Grundverknüpfungen mit Ausgangs- oder Eingangsnegation	223		9.9.10.4	Drehzahlsteuerung mit Transistor-Gleichstromsteller	261
9.8.3.1	Verknüpfungen mit Ausgangsnegation	223		9.9.11	Frequenzumrichter	262
9.8.3.2	Verknüpfungen mit Eingangsnegation	223		9.9.11.1	Drehstrom-Asynchronmotor am Frequenzumrichter	263
9.8.3.3	Eingangsbeschaltung log. Verknüpfungen	224		9.9.11.2	Auswahl eines Drehstromantriebes mit Frequenzumrichter	264
9.8.3.4	Anwendung der Grundverknüpfungen	224			Praxistipp: Installation und Inbetriebnahme eines Frequenzumrichters	265
9.8.4	Schaltkreisfamilien	225			Wiederholungsseite zu Kapitel 9	266
9.8.4.1	TTL-Schaltkreisfamilie	225				
9.8.4.2	CMOS-Schaltkreisfamilie	225				
9.8.5	Schaltalgebra	226				
9.8.6	Antivalenz- und Äquivalenz-Verknüpfung	227				
9.8.7	Kippglieder	228				
9.8.7.1	Zustandsgesteuerte und taktgesteuerte Kippglieder	228				
9.8.7.2	Zweiflankengesteuertes JK-Kippglied	229				
9.8.7.3	Schaltungen mit Kippgliedern	230				
	Duales Zahlensystem	230				
	Zählerschaltungen	230				
	Schieberegister	232				
9.8.8	Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer	233	10.1	Energieerzeugung und Energieübertragung..	267	
9.8.8.1	Analog-Digital-Umsetzer	233	10.1.1	Kraftwerke	267	
9.8.8.2	Digital-Analog-Umsetzer	234	10.1.1.1	Wärme- und Wasserkraftwerke	268	
9.9	Leistungselektronik	235	10.1.1.2	Umweltschutz in Wärmekraftwerken	269	
9.9.1	Bauelemente der Leistungselektronik	235	10.1.1.3	Wasserkraftwerke	270	
9.9.1.1	Thyristor	235	10.1.1.4	Erneuerbare Energien	271	
9.9.1.2	GTO-Thyristor	238	10.1.2	Umspannwerke	274	
9.9.1.3	Triac	238	10.1.2.1	Spannungsebenen	274	
9.9.1.4	Diac	239	10.1.2.2	Umspannanlagen	274	
9.9.1.5	IGBT	240	10.1.2.3	Hochspannungsschalter	275	
9.9.2	Begriffe der Leistungselektronik	241	10.1.3	Übertragungsnetze	277	
9.9.3	Gleichrichterschaltungen	242	10.1.3.1	Höchst-, Hoch- und Mittelspannungsnetze	277	
9.9.3.1	Ungesteuerte Gleichrichterschaltungen	242	10.1.3.2	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	277	
	Ungesteuerte Gleichrichterschaltungen für Umgesteuerte Gleichrichterschaltungen für Wechselstrom	242	10.1.3.3	Netzformen	278	
	Umgesteuerte Gleichrichterschaltungen für Einpuls-Einwegschaltung E1U	242	10.1.4	Niederspannungsanlagen	279	
	Umgesteuerte Gleichrichterschaltungen für Zweipuls-Brückenschaltung B2U	243	10.1.4.1	Netzaufbau	279	
	Umgesteuerte Gleichrichterschaltungen für Drehstrom	244	10.1.4.2	Hausanschluss	281	
			10.1.4.3	Erdungsanlagen	282	
			10.1.4.4	Schutzpotenzialausgleich über die Haupterdungsschiene	283	

10.1.4.5	Hauptstromversorgungssysteme^...^...^... 284 Praxistipp: Ausstattung elektrischer Anlagen in Wohngebäuden. 286	11.9	Schutz durch Kleinspannung mittels SELV und PELV. 335
10.1.5	Elektro-Magnetische Verträglichkeit und TN-System. 287	11.10	Zusätzlicher Schutz: Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs). 336
10.2	Isolierte Leitungen, Kabel und Freileitungen.. 290	11.11	Differenzstrom-Überwachungsgerät. 338
10.2.1	Isolierte Leitungen. 290 Praxistipp: Farbkennzeichnung von Leitern .. 293	11.12	Schutzvorkehrungen für Anlagen, die nur durch Elektrofachkräfte betrieben und überwacht werden. 339
10.2.2	Kabel für Mittelspannungs- und Niederspannungsanlagen. 294	11.13	Prüfen der Schutzmaßnahmen. 340
10.2.3	Freileitungen für Hoch- und Mittelspannungsanlagen. 294	11.13.1	Prüfen der Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter. 342
10.2.4	Datenleitungen. 295 Praxistipp: Verlegen von Leitungen. 296	11.13.2	Messen der Isolationswiderstände in elektrischen Anlagen. 342
10.3	Schutz elektrischer Leitungen und Verbraucher 297	11.13.3	Prüfen der Schutzmaßnahmen SELV, PELV und Schutztrennung. 343
10.4	Schutzschalter. 300	11.13.4	Messen des Isolationswiderstandes von Fußböden und Wänden. 343
10.4.1	Thermischer Auslöser. 300	11.13.5	Prüfen der Schutzmaßnahme: Automatische Abschaltung der Stromversorgung im TN-, TT- und IT-System. 344
10.4.2	Elektromagnetischer Auslöser. 300	11.13.5.1	Prüfen im TN-System 344
10.4.3	Leitungsschutzschalter. 301	11.13.5.2	Messen der Schleifenimpedanz 344
10.4.4	Selektiver Hauptleitungsschutzschalter. 301	11.13.5.3	Messen des Erdungswiderstandes. 345
10.4.5	Leistungsschalter. 302	11.13.5.4	Prüfen im IT-System. 346
10.4.6	Motorschutzeinrichtungen. 302	11.13.5.5	Prüfen der Fehlerstrom-Schutz-einrichtung (RCD). 346
10.5	Bemessung von fest verlegten Leitungen und Kabeln. 305	11.13.6	Wiederholungsprüfungen nach BGV A3. 347
10.5.1	Spannungsfall an Leitungen. 306	11.13.7	E-Check als Gütesiegel für die Elektroanlage . 347
10.5.2	Anordnung von Überstrom-Schutzeinrichtungen Praxistipp: Beispiel einer Leitungsberechnung 308	11.14	Schutz gegen elektrostatische Aufladung 348
10.6	Räume und Anlagen besonderer Art 309		Wiederholungsseite zu Kapitel 11. 349
10.6.1	Elektroinstallation in Räume mit Badewanne oder Dusche. 309		
10.6.2	Sauna-Anlagen. 311		
10.6.3	Baustellen 311		
10.6.4	Landwirtschaftliche u. gartenbauliche Betriebsstätten. 312		
10.6.5	Feuergefährdete Betriebsstätten. 313		
10.6.6	Explosionsgefährdete Bereiche. 315		
10.6.7	Medizinisch genutzte Räume. 316		
10.6.8	Übersicht der Raumarten und Betriebsstätten 317		
10.7	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen... 318	12.1	Licht- und Beleuchtungstechnik 350
10.7.1	Verhalten bei Brand in elektrischen Anlagen.. 318	12.1.1	Licht 351
10.7.2	Löschmittel. 318 Wiederholungsseite zu Kapitel 10. 319	12.1.2	Größen der Lichttechnik 352
		12.1.3	Anforderungen an eine gute Beleuchtung 354 Praxistipp: Beispiel zur Ermittlung einer Lampenzahl 355
		12.1.4	Lichtberechnungssoftware. 356
		12.1.5	Glühlampen 356
		12.1.6	Entladungslampen 358
		12.1.6.1	Leuchtstofflampen. 359
		12.1.6.2	Quecksilberdampf- und Natriumdampflampen. 361
		12.1.7	Eigenschaften einer guten Beleuchtung 362
		12.1.8	Leuchtröhrenanlagen. 363 Praxistipp: Anschluss von Halogen-Beleuchtungsanlagen. 364
		12.2	Elektrogeräte. 365
		12.2.1	Allgemeines über Elektrogeräte. 365
		12.2.2	Elektrische Warmwasserbereiter. 366
		12.2.3	Elektrische Raumheizung. 368
		12.2.4	Elektrische Geräte zur Nahrungsvorratshaltung und -Zubereitung. 372
		12.2.5	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) elektrischer Geräte. 376
		12.2.6	Prüfen von Elektrogeräten nach Instandsetzung und Änderung. 378
		12.2.7	Wiederholungsprüfungen an elektrischen Geräten. 380
		12.3	Antennen- und Verteilanlagen. 381
		12.3.1	Wirkungsweise der Antennen. 381
		12.3.2	Empfangsantennen. 382
		12.3.3	Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß und Pegel 384
		12.3.4	Aufbau von Antennenanlagen. 385
		12.3.5	Satelliten-Fernsehempfangsanlagen. 386
		12.3.6	Digitale Fernsehempfangsanlagen. 389
		12.3.7	Breitband-Kommunikationsanlagen. 389
		12.3.8	Berechnung einer Empfangsantennenanlage 390
		12.3.9	Errichten von Empfangsantennenanlagen . . . 391

I^A^I Q>fnt^niTiffafritiinTn i jHi

11.1	Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom. 320
11.1.1	Wirkungen des elektrischen Stromes im menschlichen Körper. 320
11.1.2	Direktes und indirektes Berühren. 322
11.1.3	Fachbegriffe Schutzmaßnahmen. 322
11.2	Sicherheitsbestimmungen für Niederspannungsanlagen. 323
11.3.	Begriffe und Kenngrößen. 323
11.3.1	Schutzklassen. 323
11.3.2	IP-Schutzarten (nach DIN VDE 0470) 324
11.3.3	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen. 325
11.3.4	Fehlerarten in elektrischen Anlagen. 326
11.3.5	Spannungen im Fehlerfall. 326
11.4	Drehstromsysteme. 327
11.5	Schutz gegen elektrischen Schlag. 328
11.6	Automatische Abschaltung der Stromversorgung. 329
11.6.1	Anforderungen an den Basisschutz (Schutz gegen direktes Berühren). 329
11.6.2	Anforderungen an den Fehlerschutz (Schutz bei indirektem Berühren). 330
11.6.3	Schutz im TN-System. 331
11.6.4	Schutz im TT-System. 332
11.6.5	Schutz im IT-System. 333
11.7	Doppelte oder verstärkte Isolierung. 334
11.8	Schutztrennung. 334

	Prax/stipp: Multimediaverkabelung im Wohnbereich. V.	393	13.2.3.1	Anwurfmotor.	456
124	Telekommunikation.	394	13.2.3.2.	Drehstrommotor an Wechselspannung (Steinmetzschaltung).	457
124.1	Datenübertragung.	394	13.2.3.3	Einphasen-Induktionsmotoren	458
124.2	Analoges Telekommunikationssystem.	394		Einphasenmotor mit Widerstandshilfsstrang	458
124.3	Digitales Telekommunikationssystem.	395	13.2.3.4	Kondensatormotor.	459
125	Gebäudeautomation.	399	13.2.3.5	Spaltpolmotoren.	460
125.1	Gebäudeleittechnik.	399	13.2.4	Schrittmotor.	461
125.2	Gebäudesystemtechnik.	400	13.2.5	Synchrongenerator.	463
125.3	KNX/EIB-Projekt.	403	13.2.5.1	Stromwendermaschinen.	465
125.4	Gebäudeautomation durch Visualisierung	405	13.2.5.2	Aufbau von Gleichstrommaschinen.	465
126	Gefahrenmeldeanlagen.	406	13.2.5.3	Wirkungsweise von Gleichstromgeneratoren	466
126.1	Einbruchmeldeanlagen.	406	13.2.5.4	Arten von Gleichstromgeneratoren.	467
126.2	Brandmeldeanlagen.	410	13.2.5.5	Ankerquerfeld	469
127	Blitzschutz.	412		Anschlussbezeichnung von Stromwendermaschinen.	471,
127.1	Entstehung der Gewitterzelle.	412	13.2.5.6	Wirkungsweise von Gleichstrommotoren	472
127.2	Wirkungen des Blitzstromes	412	13.2.5.7	Arten von Gleichstrommotoren.	475
127.3	Blitzschutzsysteme	413	13.2.5.8	Universalmotoren.	477
127.3.1	Äußerer Blitzschutz	414	13.2.6	Servomotoren.	478
127.3.2	Innerer Blitzschutz	417	13.2.6.1	Gleichstromservomotoren.	478
127.3.3	Trennungsabstand	418	13.2.6.2	Drehstromservomotoren.	479
	Wiederholungsseite zu Kapitel 12	420	13.2.7	Betriebsarten elektrischer Maschinen.	481
			13.2.8	Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen	482
13.1	Transformatoren.	422	13.2.9	Elektrische Isolierung.	482
13.1.1	Einphasentransformatoren.	422	13.2.10	Kühlung elektrischer Maschinen.	483
13.1.1.1	Leerlaufspannung.	422	13.2.11	Praxistipp: Auswahl eines Elektromotors	484-
13.1.1.2	Übersetzungen.	423		Wartung und Prüfung elektrischer Maschinen	486
13.1.1.3	Leerlaufund Belastung.	424		Wiederholungsseite zu Kapitel 13.	487
13.1.1.4	Kurzschlussspannung.	426	14.1	Bereiche der Informationstechnik.	488
13.1.1.5	Kurzschlussstrom und Einschaltstrom	427	14.2	Computer, Programme und Peripherie	489
13.1.1.6	Wirkungsgrad von Transformatoren.	428	14.2.1	Bestandteile und Funktionsweise eines Computers.	489
13.1.2	Kleintransformatoren	429	14.2.2	Hardware, Software und Firmware	490
13.1.2.1	Aufbau.	429	14.2.3	Computersystem.	490
13.1.2.2	Arten von Kleintransformatoren.	430	14.3	Mikrocomputer.	491
13.1.2.3	Prüfspannungen bei Kleintransformatoren	431	14.4	Personal Computer (PC).	492
13.1.3	Sondertransformatoren.	432	14.4.1	Komponenten eines PC.	492
13.1.3.1	Spartransformatoren.	432	14.4.2	Mikroprozessor (CPU).	493
13.1.3.2	Streuelfeldtransformatoren.	433	14.4.3	Halbleiterspeicher.	494
13.1.4	Messwandler.	433	14.4.4	Buskommunikation.	495
13.1.4.1	Spannungswandler.	433	14.4.5	Ein- und Ausgabe-Einheit	495
13.1.4.2	Stromwandler.	434	14.5	Geräte für Eingabe, Ausgabe und Speicherung.	496
13.1.5	Drehstromtransformatoren.	435	14.5.1	Geräte zur Eingabe.	496
13.1.5.1	Aufbau und Prinzip.	435	14.5.2	Geräte zur Ausgabe.	496
13.1.5.2	Schaltungen.	436	14.5.2.1	Drucker.	496
13.1.5.3	Unsymmetrische Belastung.	438	14.5.2.2	Farbmonitore.	497
13.1.5.4	Gebräuchliche Schaltgruppen.	439	14.5.3	Periphere Geräte zur Datenspeicherung	498
13.1.6	Parallelschalten von Transformatoren.	440		Praxistipp: Servicearbeiten am PC.	499
13.2	Motoren und Generatoren.	441	14.6	Software	500
13.2.1	Grundlagen.	441	14.6.1	Systemprogramme.	500
13.2.1.1	Entstehung des Drehfeldes.	441	14.6.2	Anwendungsprogramme.	501
13.2.1.2	Leistung und Drehmoment	442	14.6.3	Softwareentwicklung.	502
13.2.1.3	Aufbau umlaufender Maschinen.	443	14.7	Vernetzung von Computern.	503
13.2.1.4	Leistungsschild.	443	14.7.1	Dienste in Computernetzwerken.	503
13.2.1.5	Drehsinn.	443	14.7.2	Netzwerktopologien.	503
13.2.2	Drehstrommotoren ohne Stromwender	444	14.7.3	Bestandteile eines lokalen Netzwerkes (LAN) in Sterntopologie.	504
13.2.2.1	Drehstromasynchronmotoren.	444	14.7.4	Netzwerkprotokoll	505
13.2.2.2	Motoren mit Kurzschlussläufer.	444	14.7.5	Globales Netzwerk Internet	506
13.2.2.3	Anlassen von Kurzschlussläufermotoren (Ständeranlassverfahren).	448		Praxistipp: Verbinden von zwei PCs über ein Netzwerk	507
	Schleifringläufermotoren.	450		Praxistipp: Herstellen einer WLAN-Verbindung zu einem Netzwerk	508
	Anlassen von Schleifringläufermotoren (Läuferanlassverfahren).	451	14.8	Datensicherheit, Datenschutz und Urheberrechte.	509
13.2.2.6	Drehzahlsteuerung, untersynchrone Stromrichter-kaskade	451	14.9	Schädliche Programme (Malware).	509
13.2.2.7	Polpmschaltbare Motoren.	452		Wiederholungsseite zu Kapitel 14.	510
13.2.2.8	Bre'msbetrieb von Drehstromasynchronmotoren.	453			
13.2.2.9	Drehstromlirj^ärmotoren.	454			
13.2.2.10	Synchronmotor.	455			
13.2.3	Sonstige Drehfeldmotoren.	456			

15.1 Steuerungstechnik 511

15.1.1 Steuern 511

15.1.1.1 Fachbegriffe der Steuerungstechnik 511

15.1.1.2 Steuerungsarten 512

15.2 Kleinsteuergeräte 514

15.3 Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) .. 516

15.3.1 Aufbau 516

15.3.2 Programmiersprachen 517

15.3.3 Arbeitsweise einer SPS 517

15.3.4 Baueinstruktur in STEP7 519

15.3.5 Programmierung 520

15.3.5.1 Grundverknüpfungen 520

15.3.5.2 Öffner und Schließer 521

15.3.5.3 Speicherfunktionen 523

15.3.5.4 Zeitfunktionen 525

15.3.5.5 Zähler 526

15.3.5.6 Vergleicher 528

15.3.6 Bibliotheksfähige Bausteine 529

15.3.7 Ablaufsteuerungen 530

15.3.7.1 Arten von Ablaufsteuerungen 530

15.3.7.2 Betriebsarten 530

15.3.7.3 Ablaufkette (Struktur) 531

15.3.7.4 Verzweigte Ablaufketten (Ablaufauswahl).... 532

15.3.7.5 Programmierung einer Ablaufkette mit SPS .. 533

15.3.8 Maschinensicherheit 534

15.3.8.1 Sicherheitskategorien (Performance Level).... 534

15.3.8.2 Sicherheitsbezogene Teile 534

15.3.8.3 Handlungen im Notfall (NOT-HALT, NOT-AUS)..... 535

15.3.9 Feldbusse 536

15.4 Prozessvisualisierung 538

Praxistipp: Anforderungen an Steuerstromkreise 540

15.5 Regelungstechnik 541

15.5.1 Aufgaben und Begriffe 541

15.5.2 Regelstrecken 542

15.5.2.1 Statisches Verhalten von Regelstrecken 542

15.5.2.2 Dynamisches Verhalten von Regelstrecken... 543

15.5.3 Regler 546

15.5.3.1 Unstetige Regler 546

15.5.3.2 Stetige Regler 548

15.5.4 Regelkreis 552

15.5.4.1 Schwingungsverhalten 552

15.5.4.2 Reglerauswahl 552

15.5.4.3 Reglereinstellung 553

15.5.5 Universalregler 554

Praxistipp: Entwurf einer Regelung 555

Wiederholungsseite zu Kapitel 15 556

16.1 Werkstoffe der Elektrotechnik 557

16.1.1 Leiter- und Kontaktwerkstoffe 558

16.1.1.1 Leiterwerkstoffe 558

16.1.1.2 Kontaktwerkstoffe 559

16.1.2 Isolierstoffe 560

16.1.2.1 Elektrische Eigenschaften von Isolierstoffen .. 560

16.1.2.2 Anorganische und organische Isolierstoffe ... 561

16.1.2.3 Flüssige und gasförmige Isolierstoffe 562

16.2 Fertigungsverfahren 563

16.2.1 Verbindungen (Fügen) 563

16.2.1.1 Lösbare Verbindungen in der Elektrotechnik.. 563

16.2.1.2 Unlösbare Verbindungen in der Elektrotechnik 563

16.2.2 Gedruckte Schaltungen 566

16.2.3 SMD-Technik 568

16.3 Umweltschutz 569

16.3.1 Umweltschutzverordnungen im Bereich der Elektrotechnik 569

16.3.2 Umweltschutz im Betrieb 570

16.3.3 Wiederverwertung und Entsorgung von Abfallstoffen 571

16.4 Energieeinsparung 573

16.4.1 Rationeller Umgang mit Energie 573

16.4.2 Stand-by-Betrieb 575

16.4.3 Tipps zum Energiesparen 576

Wiederholungsseite zu Kapitel 16 577

1f\$|UteüigQgBilEaiifcEioo.....o.... SEJ

17.1 Berufliche Handlungskompetenz 578

17.1.1 Teamarbeit 579

17.1.2 Arbeitsmethoden und Zeitplanung 580

17.1.3 Kommunikation 581

17.1.4 Kreativitätstechniken 582

17.1.5 Informationsbeschaffung 583

17.2 Präsentation 584

17.2.1 Aufgaben einer Präsentation und Vorbereitung 584

17.2.2 Visualisierung 585

17.2.3 Vortragen einer Präsentation 586

17.3 Projektmanagement 587

17.3.1 Aufgaben von Projekten 587

17.3.2 Projektphasen 588

17.4 Kundenauftrag und Kundenservice 589

17.4.1 Kundenerwartungen und Umgang mit dem Kunden 589

17.4.2 Phasen eines Kundenauftrags 590

17.4.3 Kundenservice 592

17.5 Kalkulation und Angebot 593

17.5.1 Kalkulation im Industriebetrieb 594

17.5.2 Kalkulation von Dienstleistungen 595

17.5.3 Kalkulation im Handwerksbetrieb 596

17.5.4 Rechnungsstellung 597

17.6 Qualitätsmanagement 598

17.6.1 Ziele des Qualitätsmanagements 598

17.6.2 DIN EN ISO 9000:2000-Normreihe 598

17.6.3 TQM - Methode 599

17.6.4 Qualitätswerkzeuge 600

Wiederholungsseite zu Kapitel 17 601

Rechenergebnisse der Wiederholungsseiten 602

Schaltzeichen 603

Wichtige elektrotechnische Symbole 608

Wichtige Prüfzeichen und Symbole 609

Kennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren . 610

Auslösekennlinien von Überstrom-Schutzeinrichtungen 611

Verlegarten und Strombelastbarkeit von Kabeln und isolierten Leitungen 612

Umrechnungsfaktoren, Strombelastbarkeit, Mindestquerschnitte elektrischer Leiter 613

Betriebsdaten von Drehstrom-Käfigläufermotoren . . . 614

Kennlinien von Dioden 615

Kennlinie eines NPN-Transistors 616

Kennlinie Thyristor, Triac 617

Wichtige Abkürzungen 618

Fachbegriffe Englisch - Deutsch 620

Firmenverzeichnis 623

Sachwortverzeichnis Deutsch - Englisch 624

Vordere Innenumschlagseite:
 Wichtige Formelzeichen, Größen und Einheiten
 Hintere Innenumschlagseite:
 Arbeitssicherheit und Unfallverhütung