

I	Informationen zu Ausbildung und Prüfung	10	2.2.6	Anwendung der Schwingkreise	96
E	Fachwissen Elektrotechnik	17	2.3	Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	97
1	Grundlagen der Elektrotechnik	17	2.3.1	Allgemeines	97
1.1	Grundbegriffe	17	2.3.2	Drehfeld, Bezeichnungen von Spannungen und Leitern	97
1.1.1	Elektrischer Stromkreis	17	2.3.3	Drehstromschaltungen	98
1.1.2	Elektrischer Strom	18	2.3.4	Anwendung der Drehstromschaltungen	100
1.1.3	Elektrische Spannung	21	2.3.5	Leistung und Leistungsmessung bei Drehstrom	101
1.1.4	Elektrischer Widerstand	24	2.4	Kompensation	102
1.1.5	Bauformen der Widerstände	28	3	Schaltungstechnik	104
1.1.6	Elektrische Energie	30	3.1	Schaltzeichen	104
1.1.7	Temperatur und Wärme	33	3.2	Arten von Schaltplänen	105
1.1.8	Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände	36	3.3	Installationsschaltungen	108
1.2	Grundschaltungen von Widerständen	37	3.4	Schützsicherungen	111
1.2.1	Reihenschaltung von Widerständen	37	3.5	NOT-AUS-Einrichtung	114
1.2.2	Parallelschaltung von Widerständen	40	4	Elektronik	115
1.2.3	Gemischte Schaltungen	42	4.1	Bauelemente der Elektronik	115
1.3	Elektrochemie	45	4.1.1	Halbleiterdioden	115
1.3.1	Elektrolyse	45	4.1.2	Bipolare Transistoren	116
1.3.2	Korrosion und Korrosionsschutz	46	4.1.3	Feldeffekttransistoren	117
1.3.3	Galvanische Elemente (Primärelemente)	48	4.1.4	Halbleiterkennzeichnung	118
1.3.4	Brennstoffzellen	51	4.1.5	Thyristoren	119
1.3.5	Akkumulatoren (Sekundärelemente)	52	4.1.6	Triac	122
1.4	Spannungsquelle	56	4.1.7	Diac	122
1.4.1	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	56	4.1.8	Fotoelektronische Bauelemente (Optoelektronik)	123
1.4.2	Belastete Spannungsquelle	56	4.1.9	Leistungstransistoren	124
1.4.3	Anpassung	57	4.2	Leistungselektronik	125
1.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen	58	4.2.1	Ungesteuerte Gleichrichter	125
1.5	Elektrisches Feld und Kondensator	59	4.2.2	Gesteuerte Gleichrichter	127
1.5.1	Elektrisches Feld	59	4.2.3	Wechselstrom-Umrichter	128
1.5.2	Kondensator und Kapazität	60	4.2.4	Gleichstrom-Umrichter	129
1.5.3	Kondensator im Gleichstromkreis	61	4.2.5	Wechselrichter	130
1.5.4	Bauarten von Kondensatoren	62	4.2.6	Netzgeräte	132
1.6	Magnetisches Feld und Spule	64	4.2.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)	133
1.6.1	Magnetismus	64	4.3	Verstärker	135
1.6.2	Magnetfeld des elektrischen Stromes	66	4.3.1	Verstärkerschaltungen	135
1.6.3	Magnetische Größen und Einheiten	67	4.3.2	Operationsverstärker	136
1.6.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule	68	4.4	Digitaltechnik	138
1.6.5	Anwendung von Elektromagneten	70	4.4.1	Grundlagen	138
1.6.6	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	75	4.4.2	Schaltalgebra	140
1.6.7	Induktion	77	4.4.3	Logische Verknüpfungen	141
1.6.8	Spulen	78	4.4.4	KV-Diagramm (Karnaugh-Veitch-Diagramm)	143
1.6.9	Wirbelströme	80	4.4.5	Kippglieder	144
2	Wechselstromtechnik	81	4.4.6	Weitere Schaltungen	145
2.1	Grundbegriffe des Wechselstroms	81	5	Automatisierungstechnik	147
2.1.1	Grundgrößen	81	5.1	Steuerung	147
2.1.2	Frequenz und Kreisfrequenz	82	5.2	Regelung	147
2.1.3	Impulse	83	5.3	Sensoren	151
2.1.4	Sinuslinie und Zeiger, Phasenverschiebung	84	5.4	Kleinsteuerungen	156
2.1.5	Wechselstromwerte	85	5.5	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	158
2.2	Widerstände und Leistungen im Wechselstromkreis	86	5.5.1	Steuerungsarten bei einer SPS	158
2.2.1	Kondensator im Wechselstromkreis	86	5.5.2	Verknüpfungen	159
2.2.2	Spule im Wechselstromkreis	88	5.5.3	Aufbau einer SPS	159
2.2.3	Wechselstromwiderstände	89	5.5.4	Programmierung einer SPS	160
2.2.4	Wechselstromleistungen	91	5.5.5	Sprungbefehle	162
2.2.5	Schwingkreise	93			

5.5.6	Programmiersprachen	162	7.6.1	Übersicht	213
5.5.7	Zeitglieder, Zähler und Impulse	165	7.6.2	Basisschutz	213
5.5.8	Programmiergeräte und Dokumentation	166	7.6.3	Fehlerschutz	214
5.5.9	Steuerungsbeispiele	167	7.6.4	Schutz durch Abschaltung oder Meldung	214
5.5.10	Ablaufsteuerung	169	7.6.5	Doppelte oder verstärkte Isolierung	216
5.6	Feldnetze	170	7.6.6	Schutztrennung	217
5.7	Sicherheitstechnik	171	7.6.7	Kleinspannung	217
			7.6.8	Zusätzlicher Schutz	218
6	Informations- und Kommunikationstechnik	173	7.7	Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel	219
6.1	Computertechnik	173	7.7.1	Allgemeines	219
6.1.1	Grundbegriffe	173	7.7.2	Schutzleiter und Schutz- potenzialausgleichsleiter	220
6.1.2	Halbleiterspeicher	174	7.7.3	Isolationswiderstand elektrischer Anlagen	220
6.1.3	Massenspeicher	175	7.7.4	Isolationswiderstand von Fußböden	220
6.1.4	Äußere (periphere) Geräte	176	7.7.5	Prüfung im TN-System	221
6.1.5	Schnittstellen	176	7.7.6	Prüfung im TT-System	222
6.1.6	Programmerstellung	177	7.7.7	Wiederkehrende Prüfungen	222
6.2	Netzwerke	178	7.7.8	Prüfung von ortveränderlichen Geräten	223
6.3	Datenübertragung in Netzen	179	7.8	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	225
6.4	Internet	181	7.8.1	EMV in Netzen	225
6.5	Leitungen in der Informationstechnik	184	7.8.2	Elektromagnetische Verträglichkeit bei Geräten	226
6.5.1	Datenleitungen	184	7.9	Technische Anschluss- regeln Niederspannung	228
6.5.2	Lichtwellenleiter	185			
7	Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen	187	8	Kraftwerke und Energieverteilung	230
7.1	Niederspannungsanlagen in Gebäuden	187	8.1	Kraftwerke	230
7.1.1	Hausanschluss	187	8.2	Regenerative Energiequellen	232
7.1.2	Erdungsanlagen	188	8.2.1	Sonnenkollektoren	232
7.1.3	Schutzpotenzialausgleich	189	8.2.2	Windenergieanlagen	233
7.1.4	Wohnungsausstattung	190	8.2.3	Fotovoltaikanlagen	234
7.2	Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel	191	8.2.4	Energiemanagement	236
7.2.1	Schutzarten	191	8.2.5	Deponie- und Biogas- anlagen, Gezeitenkraftwerke	237
7.2.2	Schutzklassen	192	8.3	Umspannwerke	238
7.2.3	Leitungen und Kabel	192	8.4	Übertragungsnetze der Energietechnik	240
7.2.4	Elektroinstallationsrohre	195	8.4.1	Netzformen	240
7.2.5	Schalter und Steckvorrichtungen	195	8.4.2	Freileitungsnetze	241
7.2.6	Schutzeinrichtungen	196	8.4.3	Kabelnetze	242
7.3	Räume und Betriebsstätten besonderer Art	201	9	Elektrische Maschinen	243
7.3.1	Raumarten	201	9.1	Grundbegriffe elektrischer Maschinen	243
7.3.2	Räume mit Badewanne oder Dusche	201	9.1.1	Allgemeines	243
7.3.3	Feuergefährdete und explosions- gefährdete Betriebsstätten	202	9.1.2	Bauformen	245
7.3.4	Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze	203	9.1.3	Betriebsarten	246
7.3.5	Landwirtschaftliche Betriebsstätten	203	9.2	Drehstrommaschinen	247
7.3.6	Medizinisch genutzte Bereiche	204	9.2.1	Synchrongeneratoren	247
7.4	Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere	205	9.2.2	Synchronmotoren	248
7.4.1	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	205	9.2.3	Drehstrom-Asynchronmotoren	248
7.4.2	Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper	206	9.3	Sonstige Drehfeldmotoren	254
7.4.3	Arbeiten an elektrischen Anlagen	206	9.3.1	Drehstrommotoren als Einphasenwechselstrom-Motoren	254
7.4.4	Erste Hilfe	207	9.3.2	Einphasenwechselstrom-Motoren mit Hilfswicklung	254
7.4.5	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen	209	9.3.3	Spaltpolmotoren	256
7.5	Normbegriffe und Kenngrößen	209	9.3.4	Servomotoren, Schrittmotoren	256
7.5.1	Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen	209	9.3.5	Linearmotor	257
7.5.2	Netzsysteme	211	9.4	Gleichstrommaschinen	258
7.6	Schutz gegen elektrischen Schlag	213	9.4.1	Allgemeines	258

9.4.2	Gleichstromgeneratoren.....	258	11.2.4	Messen mit Stromzangen.....	324
9.4.3	Gleichstrommotoren.....	259	11.3	Messbrücken.....	324
9.5	Universalmotoren.....	261	11.4	Digitale Messgeräte.....	325
9.6	Elektromotorische Antriebe.....	262	11.5	Messwandler.....	326
9.6.1	Auswahl des Antriebsmotors.....	262	11.6	Elektrizitätszähler.....	328
9.6.2	Mechanische Übertragung der Motorleistung.....	263	11.7	Oszilloskop.....	329
9.6.3	Lagerung und Bremsung.....	263	11.7.1	Allgemeines.....	329
9.6.4	Drehzahlsteuerung.....	263	11.7.2	Bedienung des Oszilloskops.....	330
9.6.5	Frequenzumrichter.....	265	11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop.....	331
9.7	Motorschutz.....	267	12	Werkstoffe und Fertigungsverfahren	332
9.8	Transformatoren.....	268	12.1	Werkstoffe der Elektrotechnik.....	332
9.8.1	Grundbegriffe.....	268	12.1.1	Konstruktionswerkstoffe.....	333
9.8.2	Transformatoren für Einphasenwechselstrom.....	271	12.1.2	Leiterwerkstoffe.....	334
9.8.3	Drehstromtransformatoren.....	275	12.1.3	Kontaktwerkstoffe.....	335
10	Gebäudetechnische Anlagen	279	12.1.4	Magnetwerkstoffe.....	336
10.1	Licht und Beleuchtung.....	279	12.1.5	Isolierstoffe.....	337
10.1.1	Lichttechnische Grundbegriffe.....	279	12.1.6	Widerstandswerkstoffe.....	340
10.1.2	Anforderungen an eine gute Beleuchtung.....	281	12.2	Löten.....	341
10.1.3	Halogenlampen.....	282	12.3	Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)	342
10.1.4	LED-Lampen.....	282	12.3.1	Allgemeines.....	342
10.1.5	Gasentladungslampen.....	283	12.3.2	Subtraktiv-Technik.....	343
10.1.6	Induktionslampen.....	285	12.3.3	Additiv-Technik.....	344
10.1.7	Lichtsteuersysteme.....	286	12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen.....	344
10.2	Elektrogeräte.....	287	12.3.5	SMD-Technik.....	345
10.2.1	Elektrowärmegeräte.....	287	13	Umweltschutz	346
10.2.2	Elektrische Raumheizung.....	293	13.1	Schadstoffe.....	346
10.2.3	Elektrische Kühlung.....	294	13.2	Entsorgung und Recycling.....	347
10.2.4	Wärmepumpe.....	296	13.3	Batterien und Akkumulatoren.....	348
10.3	Antennenanlagen.....	297	13.4	Energieeinsparung.....	349
10.3.1	Grundbegriffe.....	297	M	Mathematische Anwendungen	350
10.3.2	Satellitenempfangsanlagen.....	298	1	Mathematische Grundlagen.....	350
10.3.3	Breitband-Kommunikationsanlagen.....	301	1.1	Rechtwinkliges Dreieck.....	350
10.3.4	Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen.....	302	1.2	Strecken und Flächen.....	350
10.4	Telekommunikationstechnik.....	303	1.3	Rauminhalt und Masse.....	351
10.4.1	Analoge Telefonanschluss technik („POTS“).....	303	1.4	Geschwindigkeit und Kräfte.....	352
10.4.2	ISDN.....	303	1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad.....	352
10.4.3	DSL, VoIP.....	305	2	Elektrotechnische Grundlagen.....	353
10.4.4	Multimedia.....	306	2.1	Grundgrößen und ohm'sches Gesetz.....	353
10.5	Gebäudesystemtechnik.....	307	2.2	Widerstand und Temperatur.....	353
10.5.1	Allgemeines.....	307	2.3	Schaltung von Widerständen.....	354
10.5.2	Installationsbus KNX.....	307	2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad.....	355
10.5.3	Smart Home.....	310	2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme.....	356
10.6	Hausrufanlagen.....	311	2.6	Spannungserzeuger.....	356
10.7	Gefahrenmeldeanlagen (GMA).....	312	3	Elektrisches Feld.....	357
10.7.1	Allgemeines zu Gefahrenmeldeanlagen.....	312	4	Magnetisches Feld.....	358
10.7.2	Brandmeldeanlagen (BMA).....	313	5	Wechselstrom.....	359
10.7.3	Einbruchmeldeanlagen.....	315	6	Dreiphasenwechselstrom.....	361
10.7.4	Überfallmeldeanlagen.....	315	7	Elektrische Maschinen.....	362
10.8	Blitzschutz.....	316	8	Messtechnik.....	363
11	Elektrische Messgeräte	321	9	Elektrische Anlagen.....	364
11.1	Grundbegriffe.....	321	10	Leitungsberechnung.....	366
11.2	Analoge Messwerke und Messinstrumente.....	322	11	Elektronik.....	367
11.2.1	Drehspulmesswerk.....	322	P	Projekte	369
11.2.2	Dreheisenmesswerk.....	323	1	Projekte Installationstechnik.....	369
11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk.....	323			

1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhausbeleuchtung	369	A	Abschlussprüfungen	415
1.2	Installationsbus KNX	370	1	Beispiele für die gestreckte Prüfung Teil 1	415
2	Projekte Motorsteuerungen	373	1.1	Prüfung für den Elektroniker Fach- richtung Energie und Gebäudetechnik ..	415
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge	373	1.2	Prüfung für den Elektroniker für Betriebstechnik	420
2.2	Wendeschützschtaltung	373	2	Beispiel für die gestreckte Prüfung Teil 2	424
3	Projekt Lebensmittelmarkt	374	2.1	Systementwurf	424
3.1	Beleuchtungsanlage	374	2.2	Funktions- und Systemanalyse	430
3.2	Lüftungsanlage	374	2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde	436
3.3	Temperaturregelung	375	LP	Lösungen der Projekte	440
4	Projekt Wintergarten	376	1	Projekte Installationstechnik	440
4.1	Installationsschaltung	376	2	Projekte Motorsteuerungen	442
4.2	Lüftungskappenmotor	376	3	Projekt Lebensmittelmarkt	443
4.3	Belüftung des Wintergartens	377	4	Projekt Wintergarten	444
5	Projekt Kfz-Werkstatt	377	5	Projekt Kfz-Werkstatt	446
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung	377	6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	448
5.2	Hebebühne mit SPS	378	7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	449
5.3	Rolltor mit Kleinsteuerung	379	8	Projekt Mischanlage	450
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	380			
6.1	Projektbeschreibung	380			
6.2	Aufgabenstellung	380			
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	382			
7.1	Funktionsanalyse des Wächters	382			
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungsschalters	382			
8	Projekt Mischanlage	383			
8.1	Drehstrommotor	383			
8.2	Steuerung der Mischanlage	384			
B	Beruf und Betrieb	385	LA	Lösungen der Abschlussprüfungen	451
1	Kalkulation und Angebot	385	1	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 1	451
2	Kundenauftrag und Kundenservice	387	2	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 2	454
3	Präsentation	389			
W	Wirtschaftskunde und Sozialkunde	391			
1	Wirtschaftskunde	391			
1.1	Berufsausbildung	391			
1.2	Arbeitsschutz	392			
1.3	Sozialversicherungen	392			
1.4	Vertragsrecht	394			
1.5	Verbraucherschutzgesetze	396			
1.6	Zahlungsverzug	397			
1.7	Geld und Währung	398			
1.8	Sparen und Kredite	399			
1.9	Arbeitsrecht	400			
1.10	Entlohnung der Arbeit	402			
1.11	Soziale Marktwirtschaft	402			
1.12	Steuern	403			
1.13	Existenzgründung	404			
1.14	Rechtsformen von Unternehmen	404			
1.15	Kostenrechnung	405			
2	Sozialkunde	406			
2.1	Beruf und Arbeitswelt	406			
2.2	Familie als Lebensgemeinschaft	406			
2.3	Freizeit	408			
2.4	Gesellschaft im Wandel	408			
2.5	Demokratische Willensbildung	409			
2.6	Demokratische Entwicklung	410			
2.7	Europäische Union (EU)	411			
2.8	Entwicklungsländer	412			
2.9	Friedenssicherung	413			
				Sachwortverzeichnis	460