

I	Informationen zu Ausbildung und Prüfung	10	2.2.3	Wechselstromwiderstände	89
			2.2.4	Wechselstromleistungen	91
			2.2.5	Schwingkreise	93
			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			
1.1.6	Elektrische Energie	30			
1.1.7	Temperatur und Wärme	33	3	Schaltungstechnik	104
1.1.8	Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände	36	3.1	Schaltzeichen	104
1.2	Grundschaltungen von Widerständen	37	3.2	Arten von Schaltplänen	105
1.2.1	Reihenschaltung von Widerständen	37	3.3	Installationsschaltungen	108
1.2.2	Parallelschaltung von Widerständen	40	3.4	Schützsicherungen	111
1.2.3	Gemischte Schaltungen	42	3.5	NOT-AUS-Einrichtung	114
1.3	Elektrochemie	45	4	Elektronik	115
1.3.1	Elektrolyse	45	4.1	Bauelemente der Elektronik	115
1.3.2	Korrosion und Korrosionsschutz	46	4.1.1	Halbleiterdioden	115
1.3.3	Galvanische Elemente (Primärelemente)	48	4.1.2	Bipolare Transistoren	116
1.3.4	Brennstoffzellen	51	4.1.3	Feldeffekttransistoren	117
1.3.5	Akkumulatoren (Sekundärelemente)	52	4.1.4	Halbleiterkennzeichnung	118
1.4	Spannungsquelle	56	4.1.5	Thyristoren	119
1.4.1	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	56	4.1.6	Triac	122
1.4.2	Belastete Spannungsquelle	56	4.1.7	Diac	122
1.4.3	Anpassung	57	4.1.8	Fotoelektronische Bauelemente (Optoelektronik)	123
1.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen	58	4.1.9	Leistungstransistoren	124
1.5	Elektrisches Feld und Kondensator	59	4.2	Leistungselektronik	125
1.5.1	Elektrisches Feld	59	4.2.1	Ungesteuerte Gleichrichter	125
1.5.2	Kondensator und Kapazität	60	4.2.2	Wechselrichter	127
1.5.3	Kondensator im Gleichstromkreis	61	4.2.3	Gesteuerte Gleichrichter und Wechselstromsteller	128
1.5.4	Bauarten von Kondensatoren	62	4.2.4	DC/DC-Wandler	130
1.6	Magnetisches Feld und Spule	64	4.2.5	Netzgeräte	131
1.6.1	Magnetismus	64	4.2.6	Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)	132
1.6.2	Magnetfeld des elektrischen Stromes	66	4.3	Verstärker	133
1.6.3	Magnetische Größen und Einheiten	67	4.3.1	Verstärkerschaltungen	133
1.6.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule	68	4.3.2	Operationsverstärker	134
1.6.5	Anwendung von Elektromagneten	70	4.4	Digitaltechnik	136
1.6.6	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	75	4.4.1	Grundlagen	136
1.6.7	Induktion	77	4.4.2	Schaltalgebra	138
1.6.8	Spulen	78	4.4.3	Logische Verknüpfungen	139
1.6.9	Wirbelströme	80	4.4.4	KV-Diagramm (Karnaugh-Veitch-Diagramm)	141
2	Wechselstromtechnik	81	4.4.5	Kippglieder	142
2.1	Grundbegriffe des Wechselstroms	81	4.4.6	Weitere Schaltungen	143
2.1.1	Grundgrößen	81	5	Automatisierungstechnik	145
2.1.2	Frequenz und Kreisfrequenz	82	5.1	Grundbegriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik	145
2.1.3	Impulse	83	5.2	Sensoren	148
2.1.4	Sinuslinie und Zeiger, Phasenverschiebung	84	5.3	Kleinststeuerungen	152
2.1.5	Wechselstromwerte	85			
2.2	Widerstände und Leistungen im Wechselstromkreis	86			
2.2.1	Kondensator im Wechselstromkreis	86			
2.2.2	Spule im Wechselstromkreis	88			

5.4 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	154	7.4.3 Arbeiten an elektrischen Anlagen	200
5.4.1 Steuerungsarten bei einer SPS	154	7.4.4 Erste Hilfe	201
5.4.2 Verknüpfungen	155	7.4.5 Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen	203
5.4.3 Aufbau einer SPS	155	7.5 Normbegriffe und Kenngrößen	203
5.4.4 Programmierung einer SPS	156	7.5.1 Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen	203
5.4.5 Sprungbefehle	158	7.5.2 Netzsysteme	205
5.4.6 Programmiersprachen	158	7.6 Schutz gegen elektrischen Schlag	207
5.4.7 Zeitglieder, Zähler und Impulse	161	7.6.1 Übersicht	207
5.4.8 Programmiergeräte und Dokumentation	162	7.6.2 Basisschutz	207
5.4.9 Steuerungsbeispiele	163	7.6.3 Fehlerschutz	208
5.4.10 Ablaufsteuerung	165	7.6.4 Schutz durch Abschaltung oder Meldung	208
5.4.11 Feldnetze	166	7.6.5 Doppelte oder verstärkte Isolierung	210
6 Informations- und Kommunikationstechnik	167	7.6.6 Schutztrennung	211
6.1 Computertechnik	167	7.6.7 Kleinspannung	211
6.1.1 Grundbegriffe	167	7.6.8 Zusätzlicher Schutz	212
6.1.2 Halbleiterspeicher	168	7.7 Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel	213
6.1.3 Massenspeicher	169	7.7.1 Allgemeines	213
6.1.4 Äußere (periphere) Geräte	170	7.7.2 Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	214
6.1.5 Schnittstellen	170	7.7.3 Isolationswiderstand elektrischer Anlagen	214
6.1.6 Programmierteilung	171	7.7.4 Isolationswiderstand von Fußböden	214
6.2 Netzwerke	172	7.7.5 Prüfung im TN-System	215
6.3 Datenübertragung in Netzen	173	7.7.6 Prüfung im TT-System	216
6.4 Internet	175	7.7.7 Wiederkehrende Prüfungen	216
6.5 Leitungen in der Informationstechnik	178	7.7.8 Prüfung von Geräten	217
6.5.1 Datenleitungen	178	7.8 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	219
6.5.2 Lichtwellenleiter	179	7.8.1 EMV in Netzen	219
7 Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen	181	7.8.2 Elektromagnetische Verträglichkeit bei Geräten	220
7.1 Niederspannungsanlagen in Gebäuden	181	7.9 Technische Anschlussbedingungen	222
7.1.1 Hausanschluss	181	8 Kraftwerke und Energieverteilung	224
7.1.2 Erdungsanlagen	182	8.1 Kraftwerke	224
7.1.3 Schutzpotenzialausgleich	183	8.2 Regenerative Energiequellen	226
7.1.4 Wohnungsausstattung	184	8.2.1 Sonnenkollektoren	226
7.2 Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel	185	8.2.2 Windenergieanlagen	227
7.2.1 Schutzarten	185	8.2.3 Fotovoltaikanlagen	228
7.2.2 Schutzklassen	186	8.2.4 Energiemanagement	230
7.2.3 Leitungen und Kabel	186	8.2.5 Deponie- und Biogasanlagen, Gezeitenkraftwerke	231
7.2.4 Elektroinstallationsrohre	189	8.3 Umspannwerke	232
7.2.5 Schalter und Steckvorrichtungen	189	8.4 Übertragungsnetze der Energietechnik	234
7.2.6 Schutzeinrichtungen	190	8.4.1 Netzformen	234
7.3 Räume und Betriebsstätten besonderer Art	195	8.4.2 Freileitungsnetze	235
7.3.1 Raumarten	195	8.4.3 Kabelnetze	236
7.3.2 Räume mit Badewanne oder Dusche	195	9 Elektrische Maschinen	237
7.3.3 Feuergefährdete und explosionsgefährdete Betriebsstätten	196	9.1 Grundbegriffe elektrischer Maschinen	237
7.3.4 Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze	197	9.1.1 Allgemeines	237
7.3.5 Landwirtschaftliche Betriebsstätten	197	9.1.2 Bauformen	239
7.3.6 Medizinisch genutzte Bereiche	198	9.1.3 Betriebsarten	240
7.4 Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere	199	9.2 Drehstrommaschinen	241
7.4.1 Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	199	9.2.1 Synchrongeneratoren	241
7.4.2 Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper	200	9.2.2 Synchronmotoren	242
		9.2.3 Drehstrom-Asynchronmotoren	242
		9.3 Sonstige Drehfeldmotoren	248
		9.3.1 Drehstrommotoren als Einphasenwechselstrom-Motoren	248

9.3.2	Einphasenwechselstrom- Motoren mit Hilfswicklung	248	11.2	Analoge Messwerke und Messinstrumente	314
9.3.3	Spaltpolmotoren	250	11.2.1	Drehspulmesswerk	314
9.3.4	Servomotoren, Schrittmotoren	250	11.2.2	Dreheisenmesswerk	315
9.3.5	Linearmotor	251	11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk	315
9.4	Gleichstrommaschinen	252	11.2.4	Messen mit Stromzangen	316
9.4.1	Allgemeines	252	11.3	Messbrücken	316
9.4.2	Gleichstromgeneratoren	252	11.4	Digitale Messgeräte	317
9.4.3	Gleichstrommotoren	253	11.5	Messwandler	318
9.5	Universalmotoren	255	11.6	Elektrizitätszähler	320
9.6	Elektromotorische Antriebe	256	11.7	Oszilloskop	321
9.6.1	Auswahl des Antriebsmotors	256	11.7.1	Allgemeines	321
9.6.2	Mechanische Übertragung der Motorleistung	257	11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	322
9.6.3	Lagerung und Bremsung	257	11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	323
9.6.4	Drehzahlsteuerung	257			
9.6.5	Frequenzumrichter	259	12	Werkstoffe und Fertigungsverfahren	324
9.7	Motorschutz	261	12.1	Werkstoffe der Elektrotechnik	324
9.8	Transformatoren	262	12.1.1	Konstruktionswerkstoffe	325
9.8.1	Grundbegriffe	262	12.1.2	Leiterwerkstoffe	326
9.8.2	Transformatoren für Einphasen- wechselstrom	265	12.1.3	Kontaktwerkstoffe	327
9.8.3	Drehstromtransformatoren	269	12.1.4	Magnetwerkstoffe	328
			12.1.5	Isolierstoffe	329
			12.1.6	Widerstandswerkstoffe	332
10	Gebäudetechnische Anlagen	273	12.2	Löten	333
10.1	Licht und Beleuchtung	273	12.3	Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)	334
10.1.1	Lichttechnische Grundbegriffe	273	12.3.1	Allgemeines	334
10.1.2	Anforderungen an eine gute Beleuchtung	275	12.3.2	Subtraktiv-Technik	335
10.1.3	Halogenlampen	276	12.3.3	Additiv-Technik	336
10.1.4	LED-Lampen	276	12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen	336
10.1.5	Gasentladungslampen	277	12.3.5	SMD-Technik	337
10.1.6	Induktionslampen	279			
10.1.7	Lichtsteuersysteme	280	13	Umweltschutz	338
10.2	Elektrogeräte	281	13.1	Schadstoffe	338
10.2.1	Elektrowärmegeräte	281	13.2	Entsorgung und Recycling	339
10.2.2	Elektrische Raumheizung	287	13.3	Batterien und Akkumulatoren	340
10.2.3	Elektrische Kühlung	288	13.4	Energieeinsparung	341
10.2.4	Wärmepumpe	290			
10.3	Antennenanlagen	291	M	Mathematische Anwendungen	342
10.3.1	Grundbegriffe	291	1	Mathematische Grundlagen	342
10.3.2	Satellitenempfangsanlagen	292	1.1	Rechtwinkliges Dreieck	342
10.3.3	Breitband-Kommunikationsanlagen	295	1.2	Strecken und Flächen	342
10.3.4	Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen	296	1.3	Rauminhalt und Masse	343
10.4	Telekommunikationstechnik	297	1.4	Geschwindigkeit und Kräfte	344
10.4.1	Analoge Telefonanschlusstechnik („POTS“)	297	1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	344
10.4.2	ISDN	297	2	Elektrotechnische Grundlagen	345
10.4.3	DSL, VoIP	299	2.1	Grundgrößen und ohmsches Gesetz	345
10.4.4	Multimedia	300	2.2	Widerstand und Temperatur	345
10.5	Gebäudesystemtechnik	301	2.3	Schaltung von Widerständen	346
10.5.1	Allgemeines	301	2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad	347
10.5.2	Installationsbus KNX	301	2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme	348
10.6	Rufanlagen	304	2.6	Spannungserzeuger	348
10.7	Gefahrenmeldeanlagen	305	3	Elektrisches Feld	349
10.8	Blitzschutz	308	4	Magnetisches Feld	350
			5	Wechselstrom	351
11	Elektrische Messgeräte	313			
11.1	Grundbegriffe	313			

6	Dreiphasenwechselstrom	353	1.9	Arbeitsrecht	392
7	Elektrische Maschinen	354	1.10	Entlohnung der Arbeit	394
8	Messtechnik	355	1.11	Soziale Marktwirtschaft	394
9	Elektrische Anlagen	356	1.12	Steuern	395
10	Leitungsberechnung	358	1.13	Existenzgründung	396
11	Elektronik	359	1.14	Rechtsformen von Unternehmen	396
			1.15	Kostenrechnung	397
P	Projekte	361	2	Sozialkunde	398
1	Projekte Installationstechnik	361	2.1	Beruf und Arbeitswelt	398
1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhaus- beleuchtung	361	2.2	Familie als Lebensgemeinschaft	398
1.2	Installationsbus KNX	362	2.3	Freizeit	400
1.3	Angeboterstellung für eine Garage im Außenbereich	363	2.4	Gesellschaft im Wandel	400
2	Projekte Motorsteuerungen	365	2.5	Demokratische Willensbildung	401
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge	365	2.6	Demokratische Entwicklung	402
2.2	Wendeschutzschaltung	365	2.7	Europäische Union (EU)	403
3	Projekt Lebensmittelmart	366	2.8	Entwicklungsländer	404
3.1	Beleuchtungsanlage	366	2.9	Friedenssicherung	405
3.2	Lüftungsanlage	366	A	Abschlussprüfungen	407
3.3	Temperaturregelung	367	1	Beispiele für die gestreckte Prüfung	
4	Projekt Wintergarten	368	Teil 1	407	
4.1	Installationsschaltung	368	1.1	Prüfung für den Elektroniker Fach- richtung Energie- und Gebäudetechnik	407
4.2	Lüftungsklappenmotor	368	1.2	Prüfung für den Elektroniker für Betriebstechnik	412
4.3	Belüftung des Wintergartens	369	2	Beispiel für die gestreckte Prüfung	
5	Projekt Kfz-Werkstatt	369	Teil 2	416	
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung	369	2.1	Systementwurf	416
5.2	Hebebühne mit SPS	370	2.2	Funktions- und Systemanalyse	422
5.3	Rolltor mit Kleinsteuerung	371	2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde	428
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	372	LP	Lösungen der Projekte	432
6.1	Projektbeschreibung	372	1	Projekte Installationstechnik	432
6.2	Aufgabenstellung	372	2	Projekte Motorsteuerungen	434
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	374	3	Projekt Lebensmittelmart	435
7.1	Funktionsanalyse des Wächters	374	4	Projekt Wintergarten	436
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungs- schalters	374	5	Projekt Kfz-Werkstatt	438
8	Projekt Mischanlage	375	6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	440
8.1	Drehstrommotor	375	7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	441
8.2	Steuerung der Mischanlage	376	8	Projekt Mischanlage	442
B	Beruf und Betrieb	377	LA	Lösungen der Abschluss- prüfungen	443
1	Kalkulation und Angebot	377	1	Lösungen für die gestreckte Prüfung	
2	Kundenauftrag und Kundenservice	379	Teil 1	443	
3	Präsentation	381	2	Lösungen für die gestreckte Prüfung	
W	Wirtschaftskunde und Sozialkunde	383	Teil 2	446	
1	Wirtschaftskunde	383		Sachwortverzeichnis	452
1.1	Berufsausbildung	383			
1.2	Arbeitsschutz	384			
1.3	Sozialversicherungen	384			
1.4	Vertragsrecht	386			
1.5	Verbraucherschutzgesetze	388			
1.6	Zahlungsverzug	389			
1.7	Geld und Währung	390			
1.8	Sparen und Kredite	391			