

I	Informationen zu Ausbildung und Prüfung	10	2.2	Elektrisches Feld und Kondensator	64
1	Wo kann ich alles Wichtige über meine Ausbildung nachlesen?	10	2.2.1	Elektrisches Feld	64
2	Welche Zeugnisse erhalte ich in meiner Ausbildung?	11	2.2.2	Kondensator und Kapazität	65
3	Aus welchen Prüfungsteilen besteht die Kammerprüfung?	12	2.2.3	Kondensator im Gleichstromkreis	66
4	Wie werden meine Prüfungen bewertet?	13	2.2.4	Kondensator im Wechselstromkreis	67
5	Welche Bestehensregelungen gelten für die Abschlussprüfung?	13	2.2.5	Bauformen von Kondensatoren	68
6	Unter welchen Bedingungen kann ich den Prüfungstermin vorziehen?	13	2.3	Magnetisches Feld und Spule	71
7	Wer prüft mich?	13	2.3.1	Magnetismus	71
8	Wer erstellt die Prüfungsaufgaben?	13	2.3.2	Magnetfeld des elektrischen Stromes	73
9	Wie bereite ich mich auf die Prüfung vor?	14	2.3.3	Magnetische Größen und Einheiten	74
10	Wie besiege ich meine Prüfungsangst?	15	2.3.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule	75
11	Kann ich auch Teile der Prüfung im Ausland absolvieren?	15	2.3.5	Anwendung von Elektromagneten	77
12	Meine Ausbildung ist zu Ende. Wie geht es weiter?	16	2.3.6	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld	77
E	Fachwissen Elektrotechnik	17	2.3.7	Induktion	84
1	Grundlagen der Elektrotechnik	17	2.3.8	Wirbelströme	85
1.1	Grundbegriffe	17	2.3.9	Spulen	86
1.1.1	Elektrischer Stromkreis	17	2.4	Widerstände und Leistungen im Wechselstromkreis	88
1.1.2	Elektrischer Strom	18	2.4.1	Wechselstromwiderstände	88
1.1.3	Elektrische Spannung	21	2.4.2	Wechselstromleistungen	90
1.1.4	Elektrischer Widerstand	24	2.4.3	Schwingkreise	92
1.1.5	Bauformen der Widerstände	28	2.5	Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	96
1.1.6	Elektrische Energie	30	2.5.1	Allgemeines	96
1.1.7	Temperatur und Wärme	33	2.5.2	Drehfeld, Bezeichnungen von Spannungen und Leitern	96
1.1.8	Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände	36	2.5.3	Drehstromschaltungen	97
1.2	Grundschaltungen von Widerständen	37	2.5.4	Anwendung der Drehstromschaltungen	99
1.2.1	Reihenschaltung von Widerständen	37	2.5.5	Leistung und Leistungsmessung bei Drehstrom	100
1.2.2	Parallelschaltung von Widerständen	40	2.6	Kompensation	101
1.2.3	Gemischte Schaltungen	42	3	Schaltungstechnik	103
1.3	Elektrochemie	45	3.1	Schaltzeichen	103
1.3.1	Elektrolyse	45	3.2	Arten von Schaltplänen	104
1.3.2	Korrosion und Korrosionsschutz	46	3.3	Installationsschaltungen	107
1.3.3	Galvanische Elemente (Primärelemente)	48	3.4	Schützsicherungen	110
1.3.4	Akkumulatoren (Sekundärelemente)	51	3.5	NOT-AUS-Einrichtungen	113
1.4	Spannungsquellen	56	4	Elektronik	114
1.4.1	Ersatzspannungs- und Ersatzstromquelle	56	4.1	Bauelemente der Elektronik	114
1.4.2	Belastete Spannungsquellen, Anpassung	56	4.1.1	Halbleiterdioden	114
1.4.3	Schaltung von Spannungsquellen	58	4.1.2	Bipolare Transistoren	115
2	Wechselstromtechnik	59	4.1.3	Feldeffekttransistoren	116
2.1	Grundbegriffe des Wechselstroms	59	4.1.4	Thyristoren	118
2.1.1	Frequenz und Kreisfrequenz	60	4.1.5	Triac	121
2.1.2	Impulse	61	4.1.6	Diac	121
2.1.3	Sinuslinie und Zeiger, Phasenverschiebung	60	4.1.7	Leistungstransistoren	122
2.1.4	Wechselstromwerte	63	4.1.8	Fotoelektronische Bauelemente	123
			4.2	Leistungselektronik	124
			4.2.1	Ungesteuerte Gleichrichter	124
			4.2.2	Wechselrichter	126
			4.2.3	Gesteuerte Gleichrichter und Wechselstromsteller	127
			4.2.4	DC/DC-Wandler	129
			4.2.5	Netzgeräte	130
			4.2.6	Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV)	131
			4.3	Verstärker und Verstärkerschaltungen	132

4.3.1	Verstärkerschaltungen	132	7.3.5	Landwirtschaftliche Betriebsstätten	194
4.3.2	Operationsverstärker	133	7.3.6	Medizinisch genutzte Bereiche	195
4.4	Digitaltechnik	135	7.4	Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere	196
4.4.1	Grundlagen	135	7.4.1	Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper	196
4.4.2	Schaltalgebra	136	7.4.2	Arbeiten an elektrischen Anlagen	196
4.4.3	Logische Verknüpfungen	137	7.4.3	Erste Hilfe	197
4.4.4	KV-Diagramm	139	7.4.4	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen	199
4.4.5	Flipflops (Kippglieder)	140	7.5	Normbegriffe und Kenngrößen	199
4.4.6	Weitere Schaltungen	141	7.5.1	Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen	199
5	Automatisierungstechnik	143	7.5.2	Netzsysteme	201
5.1	Grundbegriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik	143	7.6	Schutz gegen elektrischen Schlag	203
5.2	Sensoren	146	7.6.1	Übersicht	203
5.3	Kleinststeuerungen	149	7.6.2	Basisschutz	203
5.4	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	151	7.6.3	Fehlerschutz	204
5.4.1	Speicherbausteine	151	7.6.4	Schutz durch Abschaltung oder Meldung	204
5.4.2	Signale und Signalverarbeitung	151	7.6.5	Doppelte oder verstärkte Isolation	206
5.4.3	Steuerungsarten bei einer SPS	153	7.6.6	Schutztrennung	207
5.4.4	Verknüpfungen	154	7.6.7	Kleinspannung	207
5.4.5	Aufbau einer SPS	154	7.6.8	Zusätzlicher Schutz	208
5.4.6	Programmierung einer SPS	155	7.7	Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel	209
5.4.7	Sprungbefehle	157	7.7.1	Allgemeines	209
5.4.8	Programmiersprachen	158	7.7.2	Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	210
5.4.9	Zeitglieder, Zähler und Impulse	160	7.7.3	Isolationswiderstand elektrischer Anlagen	210
5.4.10	Programmiergeräte und Dokumentation	161	7.7.4	Isolationswiderstand von Fußböden	210
5.4.11	Steuerungsbeispiele	162	7.7.5	Prüfung im TN-System	211
6	Informations- und Kommunikationstechnik	164	7.7.6	Prüfung im TT-System	212
6.1	Grundlagen der Computertechnik	164	7.7.7	Wiederkehrende Prüfungen	212
6.2	Vernetzung von Computern	169	7.7.8	Prüfung von Geräten	213
6.3	Internet	172	7.8	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	215
6.4	Kommunikationsnetze	174	7.8.1	EMV in Netzen	215
7	Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen	175	7.8.2	EMV bei Geräten	216
7.1	Niederspannungsanlagen in Gebäuden ..	175	7.9	Technische Anschlussbedingungen	218
7.1.1	Hausanschluss	175	8	Kraftwerke und Energieverteilung	220
7.1.2	Erdungsanlagen	176	8.1	Kraftwerke	220
7.1.3	Schutzpotenzialausgleich	177	8.2	Regenerative Energiequellen	221
7.1.4	Wohnungsausstattung	178	8.2.1	Solarwärme	221
7.2	Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel	179	8.2.2	Windkraftanlagen	222
7.2.1	Schutzarten	179	8.2.3	Fotovoltaikanlagen	223
7.2.2	Schutzklassen	180	8.2.4	Deponiegas, Gezeitenkraftwerke	225
7.2.3	Leitungen und Kabel	180	8.3	Umspannwerke	225
7.2.4	Elektroinstallationsrohre	186	8.4	Übertragungsnetze der Energietechnik ..	227
7.2.5	Schalter und Steckvorrichtungen	186	8.4.1	Netzformen	227
7.2.6	Schutzeinrichtungen	187	8.4.2	Freileitungsnetze	228
7.3	Räume und Betriebsstätten besonderer Art ..	192	8.4.3	Kabelnetze	230
7.3.1	Raumarten	192	9	Elektrische Maschinen	231
7.3.2	Räume mit Badewanne oder Dusche	192	9.1	Grundbegriffe elektrischer Maschinen ..	231
7.3.3	Feuergefährdete und explosionsgefährdete Betriebsstätten	193	9.1.1	Allgemeines	231
7.3.4	Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze	194	9.1.2	Bauformen	233
			9.1.3	Betriebsarten	234
			9.2	Drehstrommaschinen	235

9.2.1	Synchrongeneratoren	235
9.2.2	Synchronmotoren	236
9.2.3	Drehstrom-Asynchronmotoren	236
9.3	Sonstige Drehfeldmotoren	242
9.3.1	Drehstrommotoren als Einphasenwechselstrom-Motoren	242
9.3.2	Einphasenwechselstrom-Motoren mit Hilfswicklung	242
9.3.3	Spaltpolmotoren	244
9.3.4	Servomotoren, Schrittmotoren	245
9.4	Gleichstrommaschinen	246
9.4.1	Allgemeines	246
9.4.2	Gleichstromgeneratoren	246
9.4.3	Gleichstrommotoren	247
9.5	Universalmotoren	249
9.6	Elektromotorische Antriebe	250
9.6.1	Auswahl des Antriebsmotors	250
9.6.2	Mechanische Übertragung der Motorleistung	251
9.6.3	Lagerung und Bremsung	251
9.6.4	Drehzahlsteuerung	251
9.6.5	Frequenzumrichter	253
9.7	Motorschutz	255
9.8	Transformatoren	256
9.8.1	Grundbegriffe	256
9.8.2	Transformatoren für Einphasenwechselstrom	259
9.8.3	Drehstromtransformatoren	263
10	Gebäudetechnische Anlagen	267
10.1	Licht und Beleuchtung	267
10.1.1	Lichttechnische Grundbegriffe	267
10.1.2	Anforderungen an eine gute Beleuchtung	269
10.1.3	Glühlampen	270
10.1.4	Gasentladungslampen	271
10.1.5	Lichtsteuersysteme	274
10.2	Elektrogeräte	275
10.2.1	Elektrowärmegeräte	275
10.2.2	Elektrische Raumheizung	281
10.2.3	Elektrische Kühlung	282
10.2.4	Wärmepumpe	284
10.3	Antennenanlagen	285
10.3.1	Grundbegriffe	285
10.3.2	Satellitenempfangsanlagen	286
10.3.3	Breitband-Kommunikationsanlagen	289
10.3.4	Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen	290
10.4	Telekommunikationstechnik	291
10.4.1	Analoge Telefonanschlusstechnik („POTS“)	291
10.4.2	ISDN	292
10.4.3	DSL, VoIP	293
10.4.4	Multimedia	294
10.5	Gebäudesystemtechnik	295
10.5.1	Allgemeines	295
10.5.2	Installationsbus KNX	295
10.6	Rufanlagen	298
10.7	Gefahrenmeldeanlagen (Alarmanlagen)	298
10.8	Blitzschutz	302

11	Elektrische Messgeräte	307
11.1	Grundbegriffe	307
11.2	Analoge Messwerke und Messinstrumente	308
11.2.1	Drehpulsmesswerk	308
11.2.2	Dreheisenmesswerk	309
11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk	309
11.2.4	Messen mit Stromzangen	310
11.3	Messbrücken	310
11.4	Digitale Messgeräte	311
11.5	Messwandler	312
11.6	Elektrizitätszähler	314
11.7	Oszilloskop	315
11.7.1	Allgemeines	315
11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	317
11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	318
12	Werkstoffe und Fertigungsverfahren	319
12.1	Werkstoffe der Elektrotechnik	319
12.1.1	Konstruktionswerkstoffe	320
12.1.2	Leiterwerkstoffe	321
12.1.3	Kontaktwerkstoffe	322
12.1.4	Magnetwerkstoffe	323
12.1.5	Isolierstoffe	324
12.1.6	Widerstandswerkstoffe	327
12.2	Löten	328
12.3	Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)	329
12.3.1	Allgemeines	329
12.3.2	Subtraktiv-Technik	330
12.3.3	Additiv-Technik	331
12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen	331
12.3.5	SMD-Technik	332
13	Umweltschutz	333
13.1	Schadstoffe	333
13.2	Entsorgung und Recycling	334
13.3	Batterien und Akkumulatoren	335
13.4	Energieeinsparung	336

M Mathematische Anwendungen 337

1	Mathematische Grundlagen	337
1.1	Rechtwinkliges Dreieck	337
1.2	Strecken und Flächen	337
1.3	Rauminhalt und Masse	338
1.4	Geschwindigkeit und Kräfte	339
1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	339
2	Elektrotechnische Grundlagen	340
2.1	Grundgrößen, ohmsches Gesetz	340
2.2	Widerstand und Temperatur	340
2.3	Schaltung von Widerständen	341
2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad	342
2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme	343
2.6	Spannungsquelle	343
3	Elektrisches Feld	344

4	Magnetisches Feld	345	1.7	Geld und Währung	384
5	Wechselstrom	346	1.8	Sparen und Kredite	385
6	Dreiphasenwechselstrom	348	1.9	Arbeitsrecht	386
7	Elektrische Maschinen	349	1.10	Entlohnung der Arbeit	388
8	Messtechnik	350	1.11	Soziale Marktwirtschaft	388
9	Elektrische Anlagen	351	1.12	Steuern	389
10	Elektronik	353	1.13	Existenzgründung	390
			1.14	Rechtsformen von Unternehmen	390
			1.15	Kostenrechnen	391
P	Projekte	355	2	Sozialkunde	392
1	Projekte Installationstechnik	355	2.1	Beruf und Arbeitswelt	392
1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhaus- beleuchtung	355	2.2	Familie als Lebensgemeinschaft	392
1.2	Installationsbus KNX	356	2.3	Freizeit	394
1.3	Angebotserstellung für eine Garageninstallation	357	2.4	Gesellschaft im Wandel	394
2	Projekte Motorsteuerungen	359	2.5	Demokratische Willensbildung	395
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge	359	2.6	Demokratische Entwicklung	396
2.2	Wendeschüttschaltung	359	2.7	Europäische Union (EU)	397
3	Projekt Lebensmittelmarkt	360	2.8	Entwicklungsländer	398
3.1	Beleuchtungsanlage	360	2.9	Friedenssicherung	399
3.2	Lüftungsanlage	360			
3.3	Temperaturregelung	361	A	Abschlussprüfungen	401
4	Projekt Wintergarten	362	1	Beispiele für die gestreckte Prüfung	
4.1	Installationsschaltung	362	Teil 1		401
4.2	Lüftungsklappenmotor	362	1.1	Prüfung für den Elektroniker der Fach- richtung Energie- und Gebäudetechnik	401
4.3	Belüftung des Wintergartens	363	1.2	Prüfung für den Elektroniker der Betriebstechnik	406
5	Projekt Kfz-Werkstatt	363	2	Beispiele für die gestreckte Prüfung	
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung	363	Teil 2		411
5.2	Hebebühne mit SPS	364	2.1	Systementwurf	411
5.3	Rolltor mit Kleinsteuerung	365	2.2	Funktions- und Systemanalyse	416
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	366	2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde	422
6.1	Projektbeschreibung	366			
6.2	Aufgabenstellung	366	LP	Projektlösungen	426
7	Projekt Wächter	368	1	Projekte Installationstechnik	426
7.1	Funktionsanalyse des Wächters	368	2	Projekt Motorsteuerungen	428
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungs- schalters	368	3	Projekt Lebensmittelmarkt	429
8	Projekt Mischanlage	369	4	Projekt Wintergarten	430
8.1	Drehstrommotor	369	5	Projekt Kfz-Werkstatt	432
8.2	Steuerung der Mischanlage	370	6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	434
			7	Projekt Wächter	435
			8	Projekt Mischanlage	435
B	Beruf und Betrieb	371			
1	Kalkulation und Angebot	371	LA	Lösungen zu den	
2	Kundenauftrag und Kundenservice	373	Abschlussprüfungen	437	
3	Präsentation	375	1	Lösungen für die gestreckten Prüfungen Teil 1	437
			2	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 2	440
W	Wirtschaftskunde und Sozial- kunde	377		Sachwortverzeichnis	446
1	Wirtschaftskunde	377			
1.1	Berufsausbildung	377			
1.2	Arbeitsschutz	378			
1.3	Sozialversicherungen	378			
1.4	Vertragsrecht	380			
1.5	Verbraucherschutzgesetze	382			
1.6	Zahlungsverzug	383			