

1		Informationen zu Ausbildung und Prüfung	10
E		Fachwissen Elektrotechnik	17
1		Grundlagen der Elektrotechnik	17
1.1		Grundbegriffe	17
1.1.1		Elektrischer Stromkreis	17
1.1.2		Elektrischer Strom	18
1.1.3		Elektrische Spannung	21
1.1.4		Elektrischer Widerstand	24
1.1.5		Bauformen der Widerstände	28
1.1.6		Elektrische Energie	30
1.1.7		Temperatur und Wärme	33
1.1.8		Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände	36
1.2		Grundschaltungen von Widerständen	37
1.2.1		Reihenschaltung von Widerständen	37
1.2.2		Parallelschaltung von Widerständen	40
1.2.3		Gemischte Schaltungen	42
1.3		Elektrochemie	45
1.3.1		Elektrolyse	45
1.3.2		Korrosion und Korrosionsschutz	46
1.3.3		Galvanische Elemente	48
1.3.4		Brennstoffzellen	49
1.3.5		Primär- und Sekundärbatterien	49
1.3.6		Batterien (Primärbatterien)	50
1.3.7		Akkumulatoren (Sekundärbatterien)	52
1.4		Spannungsquelle	56
1.4.1		Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle	56
1.4.2		Belastete Spannungsquelle	56
1.4.3		Anpassung	57
1.4.4		Schaltungen von Spannungsquellen	58
1.5		Elektrisches Feld und Kondensator	59
1.5.1		Elektrisches Feld	59
1.5.2		Kondensator und Kapazität	60
1.5.3		Kondensator im Gleichstromkreis	61
1.5.4		Kenngrößen und Bauarten von Kondensatoren	62
1.6		Magnetisches Feld und Spule	64
1.6.1		Magnetismus	64
1.6.2		Magnetfeld des elektrischen Stromes	66
1.6.3		Magnetische Größen und Einheiten	67
1.6.4		Eisen im Magnetfeld einer Spule	68
1.6.5		Anwendung von Elektromagneten	70
1.6.6		Stromdurchflussener Leiter im Magnetfeld	75
1.6.7		Induktion	77
1.6.8		Spulen	78
1.6.9		Wirbelströme	80
2		Wechselstromtechnik	81
2.1		Grundbegriffe des Wechselstroms	81
2.1.1		Grundgrößen	81
2.1.2		Frequenz und Kreisfrequenz	82
2.1.3		Impulse	83
2.1.4		Sinuslinie und Zeiger, Phasenverschiebung	84
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
2.2.3		Wechselstromwiderstände	89
2.2.4		Wechselstromleistungen	91
2.2.5		Schwingkreise	93
2.2.6		Siebschaltungen	96
2.3		Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	97
2.3.1		Allgemeines	97
2.3.2		Drehfeld, Bezeichnungen von Spannungen und Leitern	97
2.3.3		Drehstromschaltungen	98
2.3.4		Anwendung der Drehstromschaltungen	100
2.3.5		Leistung und Leistungs-messung bei Drehstrom	101
2.4		Kompensation	102
3		Schaltungstechnik	104
3.1		Schaltzeichen	104
3.2		Arten von Schaltplänen	105
3.3		Installationsschaltungen	108
3.4		Schützsicherungen	111
4		Elektronik	114
4.1		Bauelemente der Elektronik	114
4.1.1		Halbleiterdioden	114
4.1.2		Bipolare Transistoren	115
4.1.3		Feldeffekttransistoren	116
4.1.4		Halbleiterkennzeichnung	117
4.1.5		Thyristoren	118
4.1.6		Triac	121
4.1.7		Diac	121
4.1.8		Fotoelektronische Bauelemente (Optoelektronik)	122
4.1.9		Leistungs-transistoren	123
4.2		Leistungselektronik	124
4.2.1		Ungesteuerte Gleichrichter	124
4.2.2		Gesteuerte Gleichrichter	126
4.2.3		Wechselstrom-Umrichter	127
4.2.4		Gleichstrom-Umrichter	128
4.2.5		Wechselrichter	129
4.2.6		Netzgeräte	131
4.2.7		Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV)	132
4.3		Verstärker	134
4.3.1		Verstärkerschaltungen	134
4.3.2		Operationsverstärker	135
4.4		Digitaltechnik	137
4.4.1		Grundlagen	137
4.4.2		Schaltalgebra	139
4.4.3		Logische Verknüpfungen	140
4.4.4		KV-Diagramm (Karnaugh-Veitch-Diagramm)	142
4.4.5		Kippglieder	143
4.4.6		Weitere Schaltungen	144
5		Automatisierungstechnik	146
5.1		Steuerung	146
5.2		Regelung	146
5.3		Sensoren	150
5.4		Kleinsteuerungen	155

5.5	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	157			
5.5.1	Steuerungsarten bei einer SPS	157			
5.5.2	Verknüpfungen	158			
5.5.3	Aufbau einer SPS	158			
5.5.4	Programmierung einer SPS	159			
5.5.5	Sprungbefehle	161			
5.5.6	Programmiersprachen	161			
5.5.7	Zeitglieder, Zähler und Impulse	164			
4.2.9	Zeitglieder, Zähler und Impulse	164			
5.5.8	Programmiergeräte und Dokumentation	165			
5.5.9	Steuerungsbeispiele	166			
5.5.10	Ablaufsteuerung	168			
5.6	Feldnetze	169			
5.7	Maschinensicherheit	170			
5.7.1	Anforderungen	170			
5.7.2	NOT-AUS-Einrichtung	172			
5.8	Industrie 4.0 - IoT	173			
6	 Informations- und Kommunikationstechnik	174			
6.1	Computertechnik	174			
6.1.1	Grundbegriffe	174			
6.1.2	Halbleiterspeicher	175			
6.1.3	Massenspeicher	176			
6.1.4	Äußere (periphere) Geräte	176			
6.1.5	Schnittstellen	177			
6.1.6	Programmerstellung	178			
6.2	Netzwerke	179			
6.2.1	Einteilungsmerkmale der Netzwerke	179			
6.2.2	Netzwerkkomponenten	180			
6.3	Datenübertragung in Netzen	181			
6.4	Internet	183			
6.4.1	Sicherheit im Internet	184			
6.5	EU-Datenschutzverordnung (EU-DSGVO)	185			
6.6	Leitungen in der Informationstechnik	186			
6.6.1	Datenleitungen	186			
6.6.2	Lichtwellenleiter	187			
7	 Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen	189			
7.1	Niederspannungsanlagen in Gebäuden	189			
7.1.1	Hausanschluss	189			
7.1.2	Erdungsanlagen	190			
7.1.3	Schutzpotenzialausgleich	191			
7.1.4	Wohnungsausstattung	192			
7.2	Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel	193			
7.2.1	Schutzarten	193			
7.2.2	Schutzklassen	194			
7.2.3	Leitungen und Kabel	194			
7.2.4	Elektroinstallationsrohre	197			
7.2.5	Schalter und Steckvorrichtungen	197			
7.2.6	Schutzeinrichtungen	198			
7.3	Räume und Betriebsstätten besonderer Art	203			
7.3.1	Raumarten	203			
7.3.2	Räume mit Badewanne oder Dusche	203			
7.3.3	Feuergefährdete und explosionsgefährdete Betriebsstätten	204			
7.3.4	Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze	205			
7.3.5	Landwirtschaftliche Betriebsstätten	205			
7.3.6	Medizinisch genutzte Bereiche	206			
7.4	Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere	207			
7.4.1	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	207			
7.4.2	Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper	208			
7.4.3	Arbeiten an elektrischen Anlagen	208			
7.4.4	Erste Hilfe	209			
7.4.5	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen	211			
7.5	Normbegriffe und Kenngrößen	211			
7.5.1	Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen	211			
7.5.2	Netzsysteme	213			
7.6	Schutz gegen elektrischen Schlag	215			
7.6.1	Übersicht	215			
7.6.2	Basisschutz	215			
7.6.3	Fehlerschutz	216			
7.6.4	Schutz durch Abschaltung oder Meldung	216			
7.6.5	Doppelte oder verstärkte Isolierung	218			
7.6.6	Schutztrennung	219			
7.6.7	Kleinspannung	219			
7.6.8	Zusätzlicher Schutz	220			
7.7	Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel	221			
7.7.1	Allgemeines	221			
7.7.2	Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	222			
7.7.3	Isolationswiderstand elektrischer Anlagen	222			
7.7.4	Isolationswiderstand von Fußböden	222			
7.7.5	Prüfung im TN-System	223			
7.7.6	Prüfung im TT-System	224			
7.7.7	Wiederkehrende Prüfungen	224			
7.7.8	Prüfung von ortveränderlichen Geräten	225			
7.8	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	227			
7.8.1	EMV in Netzen	227			
7.8.2	Elektromagnetische Verträglichkeit bei Geräten	228			
7.9	Technische Anschlussregeln Niederspannung	230			
8	 Kraftwerke und Energieverteilung	232			
8.1	Kraftwerke	232			
8.2	Regenerative Energiequellen	234			
8.2.1	Sonnenkollektoren	234			
8.2.2	Windenergieanlagen	235			
8.2.3	Fotovoltaikanlagen	236			
8.2.4	Fotovoltaikanlagen mit Speicher	238			
8.2.5	Energiemanagement	240			
8.2.6	Deponie- und Biogasanlagen	240			
8.3	Umspannwerke	241			
8.4	Übertragungsnetze der Energietechnik	243			
8.4.1	Netzformen	243			
8.4.2	Freileitungsnetze	244			
8.4.3	Kabelnetze	245			

9		Elektrische Maschinen	246	10.4.2	ISDN am All-IP Anschluss	310
9.1		Grundbegriffe elektrischer Maschinen	246	10.5	Gebäudesystemtechnik	311
9.1.1		Allgemeines	246	10.5.1	Allgemeines	311
9.1.2		Bauformen	248	10.5.2	Installationsbus KNX	311
9.1.3		Betriebsarten	249	10.5.3	Smart Home	314
9.2		Drehstrommaschinen	250	10.6	Hausrufanlagen	315
9.2.1		Synchrongeneratoren	250	10.7	Gefahrenmeldeanlagen (GMA)	316
9.2.2		Synchronmotoren	251	10.7.1	Allgemeines zu Gefahrenmeldeanlagen	316
9.2.3		Drehstrom-Asynchronmotoren	251	10.7.2	Brandmeldeanlagen (BMA)	317
9.3		Sonstige Drehfeldmotoren	257	10.7.3	Einbruchmeldeanlagen	319
9.3.1		Drehstrommotoren als Einphasenwechselstrom-Motoren	257	10.7.4	Überfallmeldeanlagen	319
9.3.2		Einphasenwechselstrom-Motoren mit Hilfswicklung	257	10.8	Blitzschutz	320
9.3.3		Spaltpolmotoren	259	11	 Elektrische Messgeräte	325
9.3.4		Servomotoren, Schrittmotoren	259	11.1	Grundbegriffe	325
9.3.5		Linearmotor	260	11.2	Analoge Messwerke und Messinstrumente	326
9.4		Gleichstrommaschinen	261	11.2.1	Drehspulmesswerk	326
9.4.1		Allgemeines	261	11.2.2	Dreheisenmesswerk	327
9.4.2		Gleichstromgeneratoren	261	11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk	327
9.4.3		Gleichstrommotoren	262	11.2.4	Messen mit Stromzangen	328
9.5		Universalmotoren	264	11.2.5	Zweiphasiger Spannungsprüfer	328
9.6		Elektromotorische Antriebe	265	11.3	Messbrücken	328
9.6.1		Auswahl des Antriebsmotors	265	11.4	Digitale Messgeräte	329
9.6.2		Mechanische Übertragung der Motorleistung	266	11.5	Messwandler	330
9.6.3		Lagerung und Bremsung	266	11.6	Elektrizitätszähler	332
9.6.4		Drehzahlsteuerung	266	11.7	Oszilloskop	333
9.6.5		Frequenzrichter	268	11.7.1	Allgemeines	333
9.7		Motorschutz	271	11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	334
9.8		Transformatoren	272	11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	335
9.8.1		Grundbegriffe	272	12	 Werkstoffe und Fertigungsverfahren	336
9.8.2		Transformatoren für Einphasen- wechselstrom	275	12.1	Werkstoffe der Elektrotechnik	336
9.8.3		Drehstromtransformatoren	279	12.1.1	Konstruktionswerkstoffe	337
10		Gebäudetechnische Anlagen	283	12.1.2	Leiterwerkstoffe	338
10.1		Licht und Beleuchtung	283	12.1.3	Kontaktwerkstoffe	339
10.1.1		Lichttechnische Grundbegriffe	283	12.1.4	Magnetwerkstoffe	340
10.1.2		Anforderungen an eine gute Beleuchtung	285	12.1.5	Isolierstoffe	341
10.1.3		Wartung von Beleuchtungsanlagen	286	12.1.6	Widerstandswerkstoffe	344
10.1.4		Energieeffizienzanforderungen	287	12.2	Löten	345
10.1.6		Leuchtmittel	288	12.3	Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)	346
10.1.7		Lichtsteuersysteme	290	12.3.1	Allgemeines	346
10.2		Elektrogeräte	291	12.3.2	Subtraktiv-Technik	347
10.2.1		Elektrowärmegeräte	291	12.3.3	Additiv-Technik	348
10.2.2		Elektrische Raumheizung	297	12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen	348
10.2.3		Elektrische Kühlung	298	12.3.5	SMD-Technik	349
10.2.4		Wärmepumpe	300	13	 Umweltschutz	350
10.3		Antennenanlagen	301	13.1	Schadstoffe	350
10.3.1		Grundbegriffe	301	13.2	Entsorgung und Recycling	351
10.3.2		Satellitenempfangsanlagen	302	13.3	Batterien und Akkumulatoren	352
10.3.3		Breitband-Kommunikationsanlagen	305	13.4	Energieeinsparung	353
10.3.4		Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen	306	M	 Mathematische Anwendungen	354
10.4		Telekommunikationstechnik	307	1	Mathematische Grundlagen	354
10.4.1		Analoge Telefonanschluss- technik („POTS“)	307	1.1	Rechtwinkliges Dreieck	354
10.4.2		DSL, VoIP	307	1.2	Strecken und Flächen	354
10.4.4		Multimedia	309	1.3	Rauminhalt und Masse	355

1.4	Geschwindigkeit und Kräfte	356
1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	356
2	Elektrotechnische Grundlagen	357
2.1	Grundgrößen und ohm'sches Gesetz	357
2.2	Widerstand und Temperatur	357
2.3	Schaltung von Widerständen	358
2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad	359
2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme	360
2.6	Spannungserzeuger	360
3	Elektrisches Feld	361
4	Magnetisches Feld	362
5	Wechselstrom	363
6	Dreiphasenwechselstrom	365
7	Elektrische Maschinen	366
8	Messtechnik	367
9	Elektrische Anlagen	368
10	Leitungsberechnung	370
11	Elektronik	371

P  Projekte 373

1	Projekte Installationstechnik	373
1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhausbeleuchtung	373
1.2	Installationsbus KNX	374
2	Projekte Motorsteuerungen	377
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge	377
2.2	Wendeschüttschaltung	377
3	Projekt Lebensmittelmarkt	378
3.1	Beleuchtungsanlage	378
3.2	Lüftungsanlage	378
3.3	Temperaturregelung	379
4	Projekt Wintergarten	380
4.1	Installationsschaltung	380
4.2	Lüftungsklappenmotor	380
4.3	Belüftung des Wintergartens	381
5	Projekt Kfz-Werkstatt	381
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung	381
5.2	Hebebühne mit SPS	382
5.3	Rolltor mit Kleinsteuerung	383
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	384
6.1	Projektbeschreibung	384
6.2	Aufgabenstellung	384
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	386
7.1	Funktionsanalyse des Wächters	386
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungsschalters	386
8	Projekt Mischanlage	387
8.1	Drehstrommotor	387
8.2	Steuerung der Mischanlage	388

B  Beruf und Betrieb 389

1	Kalkulation und Angebot	389
2	Kundenauftrag und Kundenservice	391
3	Präsentation	393

W  Wirtschaftskunde und Sozialkunde 395

1	Wirtschaftskunde	395
1.1	Berufsausbildung	395
1.2	Arbeitsschutz	396
1.3	Sozialversicherungen	396
1.4	Vertragsrecht	398
1.5	Verbraucherschutzgesetze	400
1.6	Zahlungsverzug	401
1.7	Geld und Währung	402
1.8	Sparen und Kredite	403
1.9	Arbeitsrecht	404
1.10	Entlohnung der Arbeit	406
1.11	Soziale Marktwirtschaft	406
1.12	Steuern	407
1.13	Existenzgründung	408
1.14	Rechtsformen von Unternehmen	408
1.15	Kostenrechnung	409
2	Sozialkunde	410
2.1	Beruf und Arbeitswelt	410
2.2	Familie als Lebensgemeinschaft	410
2.3	Freizeit	412
2.4	Gesellschaft im Wandel	412
2.5	Demokratische Willensbildung	413
2.6	Demokratische Entwicklung	414
2.7	Europäische Union (EU)	415
2.8	Entwicklungsländer	416
2.9	Friedenssicherung	417

A  Abschlussprüfungen 419

1	Beispiele für die gestreckte Prüfung Teil 1	419
1.1	Prüfung für den Elektroniker Fach- richtung Energie- und Gebäudetechnik	419
1.2	Prüfung für den Elektroniker für Betriebstechnik	424
2	Beispiel für die gestreckte Prüfung Teil 2	428
2.1	Systementwurf	428
2.2	Funktions- und Systemanalyse	434
2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde	440

LP  Lösungen der Projekte 444

1	Projekte Installationstechnik	444
2	Projekte Motorsteuerungen	446
3	Projekt Lebensmittelmarkt	447
4	Projekt Wintergarten	448
5	Projekt Kfz-Werkstatt	450
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	452
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	453
8	Projekt Mischanlage	454

LA  Lösungen der Abschlussprüfungen 455

1	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 1	455
2	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 2	458

 Sachwortverzeichnis 464