

I  **Informationen zu Ausbildung und Prüfung** **10**

E **Fachwissen Elektrotechnik** **17**

1  **Grundlagen der Elektrotechnik** **17**

1.1 Grundbegriffe17

1.1.1 Elektrischer Stromkreis.....17

1.1.2 Elektrischer Strom.....18

1.1.3 Elektrische Spannung21

1.1.4 Elektrischer Widerstand24

1.1.5 Bauformen der Widerstände28

1.1.6 Elektrische Energie30

1.1.7 Temperatur und Wärme33

1.1.8 Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände.....36

1.2 Grundschaltungen von Widerständen ... 37

1.2.1 Reihenschaltung von Widerständen37

1.2.2 Parallelschaltung von Widerständen.....40

1.2.3 Gemischte Schaltungen42

1.3 Elektrochemie45

1.3.1 Elektrolyse45

1.3.2 Korrosion und Korrosionsschutz46

1.3.3 Galvanische Elemente (Primärelemente) .48

1.3.4 Brennstoffzellen.....51

1.3.5 Akkumulatoren (Sekundärelemente)....52

1.4 Spannungsquelle.....56

1.4.1 Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle...56

1.4.2 Belastete Spannungsquelle56

1.4.3 Anpassung57

1.4.4 Schaltungen von Spannungsquellen58

1.5 Elektrisches Feld und Kondensator.....59

1.5.1 Elektrisches Feld59

1.5.2 Kondensator und Kapazität60

1.5.3 Kondensator im Gleichstromkreis.....61

1.5.4 Bauarten von Kondensatoren62

1.6 Magnetisches Feld und Spule64

1.6.1 Magnetismus.....64

1.6.2 Magnetfeld des elektrischen Stromes.....66

1.6.3 Magnetische Größen und Einheiten67

1.6.4 Eisen im Magnetfeld einer Spule68

1.6.5 Anwendung von Elektromagneten70

1.6.6 Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld.....75

1.6.7 Induktion77

1.6.8 Spulen78

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 Wechselstromwerte85

2.2 Widerstände und Leistungen im Wechselstromkreis86

2.2.1 Kondensator im Wechselstromkreis.....86

2.2.2 Spule im Wechselstromkreis88

2.2.3 Wechselstromwiderstände.....89

2.2.4 Wechselstromleistungen91

2.2.5 Schwingkreise93

2.2.6 Anwendung der Schwingkreise.....96

2.3 Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)... 97

2.3.1 Allgemeines97

2.3.2 Drehfeld, Bezeichnungen von Spannungen und Leitern97

2.3.3 Drehstromschaltungen98

2.3.4 Anwendung der Drehstromschaltungen.100

2.3.5 Leistung und Leistungsmessung bei Drehstrom101

2.4 Kompensation102

3  **Schaltungstechnik** **104**

3.1 Schaltzeichen.....104

3.2 Arten von Schaltplänen105

3.3 Installationsschaltungen108

3.4 Schüttschaltungen111

3.5 NOT-AUS-Einrichtung114

4  **Elektronik** **115**

4.1 Bauelemente der Elektronik.....115

4.1.1 Halbleiterdioden115

4.1.2 Bipolare Transistoren116

4.1.3 Feldeffekttransistoren117

4.1.4 Halbleiterkennzeichnung118

4.1.5 Thyristoren.....119

4.1.6 Triac122

4.1.7 Diac.....122

4.1.8 Fotoelektronische Bauelemente (Optoelektronik).....123

4.1.9 Leistungstransistoren124

4.2 Leistungselektronik.....125

4.2.1 Ungesteuerte Gleichrichter125

4.2.2 Wechselrichter.....127

4.2.3 Gesteuerte Gleichrichter und Wechselstromsteller128

4.2.4 DC/DC-Wandler130

4.2.5 Netzgeräte131

4.2.6 Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV).....132

4.3 Verstärker133

4.3.1 Verstärkerschaltungen133

4.3.2 Operationsverstärker134

4.4 Digitaltechnik.....136

4.4.1 Grundlagen136

4.4.2 Schaltalgebra.....138

4.4.3 Logische Verknüpfungen139

4.4.4 KV-Diagramm (Karnaugh-Veitch-Diagramm)141

4.4.5 Kippglieder.....142

4.4.6 Weitere Schaltungen.....143

5  **Automatisierungstechnik** **145**

5.1 Grundbegriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik145

5.2 Sensoren148

5.3 Kleinststeuerungen152

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	Programmerstellung	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
9.3.3	Spaltpolmotoren	250
9.3.4	Servomotoren, Schrittmotoren	250
9.3.5	Linearmotor	251
9.4	Gleichstrommaschinen	252
9.4.1	Allgemeines	252
9.4.2	Gleichstromgeneratoren	252
9.4.3	Gleichstrommotoren	253
9.5	Universalmotoren	255
9.6	Elektromotorische Antriebe	256
9.6.1	Auswahl des Antriebsmotors	256
9.6.2	Mechanische Übertragung der Motorleistung	257
9.6.3	Lagerung und Bremsung	257
9.6.4	Drehzahlsteuerung	257
9.6.5	Frequenzumrichter	259
9.7	Motorschutz	261
9.8	Transformatoren	262
9.8.1	Grundbegriffe	262
9.8.2	Transformatoren für Einphasen- wechselstrom	265
9.8.3	Drehstromtransformatoren	269

Gebäudetechnische Anlagen **273**

10.1	Licht und Beleuchtung	273
10.1.1	Lichttechnische Grundbegriffe	273
10.1.2	Anforderungen an eine gute Beleuchtung	275
10.1.3	Halogenlampen	276
10.1.4	LED-Lampen	276
10.1.5	Gasentladungslampen	277
10.1.6	Induktionslampen	279
10.1.7	Lichtsteuersysteme	280
10.2	Elektrogeräte	281
10.2.1	Elektrowärmeegeräte	281
10.2.2	Elektrische Raumheizung	287
10.2.3	Elektrische Kühlung	288
10.2.4	Wärmepumpe	290
10.3	Antennenanlagen	291
10.3.1	Grundbegriffe	291
10.3.2	Satellitenempfangsanlagen	292
10.3.3	Breitband-Kommunikationsanlagen	295
10.3.4	Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen	296
10.4	Telekommunikationstechnik	297
10.4.1	Analoge Telefonanschlusstechnik („POTS“)	297
10.4.2	ISDN	297
10.4.3	DSL, VoIP	299
10.4.4	Multimedia	300
10.5	Gebäudesystemtechnik	301
10.5.1	Allgemeines	301
10.5.2	Installationsbus KNX	301
10.6	Rufanlagen	304
10.7	Gefahrenmeldeanlagen	305
10.8	Blitzschutz	308

Elektrische Messgeräte **313**

11.1	Grundbegriffe	313
-------------	----------------------	------------

11.2	Analoge Messwerke und Messinstrumente	314
11.2.1	Drehspulmesswerk	314
11.2.2	Dreheisenmesswerk	315
11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk	315
11.2.4	Messen mit Stromzangen	316
11.3	Messbrücken	316
11.4	Digitale Messgeräte	317
11.5	Messwandler	318
11.6	Elektrizitätszähler	320
11.7	Oszilloskop	321
11.7.1	Allgemeines	321
11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	322
11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	323

Werkstoffe und Fertigungsverfahren **324**

12.1	Werkstoffe der Elektrotechnik	324
12.1.1	Konstruktionswerkstoffe	325
12.1.2	Leiterwerkstoffe	326
12.1.3	Kontaktwerkstoffe	327
12.1.4	Magnetwerkstoffe	328
12.1.5	Isolierstoffe	329
12.1.6	Widerstandswerkstoffe	332
12.2	Löten	333
12.3	Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)	334
12.3.1	Allgemeines	334
12.3.2	Subtraktiv-Technik	335
12.3.3	Additiv-Technik	336
12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen	336
12.3.5	SMD-Technik	337

Umweltschutz **338**

13.1	Schadstoffe	338
13.2	Entsorgung und Recycling	339
13.3	Batterien und Akkumulatoren	340
13.4	Energieeinsparung	341

Mathematische Anwendungen **342**

1	Mathematische Grundlagen	342
1.1	Rechtwinkliges Dreieck	342
1.2	Strecken und Flächen	342
1.3	Rauminhalt und Masse	343
1.4	Geschwindigkeit und Kräfte	344
1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	344
2	Elektrotechnische Grundlagen	345
2.1	Grundgrößen und ohmsches Gesetz	345
2.2	Widerstand und Temperatur	345
2.3	Schaltung von Widerständen	346
2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad	347
2.5	Wärmeenergie und Elektrowärme	348
2.6	Spannungserzeuger	348
3	Elektrisches Feld	349
4	Magnetisches Feld	350
5	Wechselstrom	351

6	Dreiphasenwechselstrom	353
7	Elektrische Maschinen	354
8	Messtechnik	355
9	Elektrische Anlagen	356
10	Leitungsberechnung	358
11	Elektronik	359

P  **Projekte** **361**

1	Projekte Installationstechnik	361
1.1	Außenbeleuchtung, Treppenhaus- beleuchtung	361
1.2	Installationsbus KNX	362
1.3	Angebotserstellung für eine Garage im Außenbereich	363
2	Projekte Motorsteuerungen	365
2.1	Gleichstrombremsung an einer Kreissäge	365
2.2	Wendeschützschialtung	365
3	Projekt Lebensmittelmarkt	366
3.1	Beleuchtungsanlage	366
3.2	Lüftungsanlage	366
3.3	Temperaturregelung	367
4	Projekt Wintergarten	368
4.1	Installationsschialtung	368
4.2	Lüftungsklappenmotor	368
4.3	Belüftung des Wintergartens	369
5	Projekt Kfz-Werkstatt	369
5.1	Hebebühne mit Schützsteuerung	369
5.2	Hebebühne mit SPS	370
5.3	Rolltor mit Kleinsteuerung	371
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	372
6.1	Projektbeschreibung	372
6.2	Aufgabenstellung	372
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	374
7.1	Funktionsanalyse des Wächters	374
7.2	Funktionsanalyse des Dämmerungs- schalters	374
8	Projekt Mischanlage	375
8.1	Drehstrommotor	375
8.2	Steuerung der Mischanlage	376

B  **Beruf und Betrieb** **377**

1	Kalkulation und Angebot	377
2	Kundenauftrag und Kundenservice	379
3	Präsentation	381

W  **Wirtschaftskunde und
Sozialkunde** **383**

1	Wirtschaftskunde	383
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

1.9	Arbeitsrecht	392
1.10	Entlohnung der Arbeit	394
1.11	Soziale Marktwirtschaft	394
1.12	Steuern	395
1.13	Existenzgründung	396
1.14	Rechtsformen von Unternehmen	396
1.15	Kostenrechnung	397
2	Sozialkunde	398
2.1	Beruf und Arbeitswelt	398
2.2	Familie als Lebensgemeinschaft	398
2.3	Freizeit	400
2.4	Gesellschaft im Wandel	400
2.5	Demokratische Willensbildung	401
2.6	Demokratische Entwicklung	402
2.7	Europäische Union (EU)	403
2.8	Entwicklungsländer	404
2.9	Friedenssicherung	405

A  **Abschlussprüfungen** **407**

1	Beispiele für die gestreckte Prüfung Teil 1	407
1.1	Prüfung für den Elektroniker Fach- richtung Energie- und Gebäudetechnik	407
1.2	Prüfung für den Elektroniker für Betriebstechnik	412
2	Beispiel für die gestreckte Prüfung Teil 2	416
2.1	Systementwurf	416
2.2	Funktions- und Systemanalyse	422
2.3	Wirtschafts- und Sozialkunde	428

LP  **Lösungen der Projekte** **432**

1	Projekte Installationstechnik	432
2	Projekte Motorsteuerungen	434
3	Projekt Lebensmittelmarkt	435
4	Projekt Wintergarten	436
5	Projekt Kfz-Werkstatt	438
6	Projekt Holzbearbeitungswerkstatt	440
7	Projekt Bewegungsmelder mit Dämmerungsschalter (Wächter)	441
8	Projekt Mischanlage	442

LA  **Lösungen der Abschluss-
prüfungen** **443**

1	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 1	443
2	Lösungen für die gestreckte Prüfung Teil 2	446

 **Sachwortverzeichnis**

		452
--	--	------------