

<b>I</b>	<b>Informationen zu Ausbildung und Prüfung</b>	<b>10</b>			
1	Wo kann ich alles Wichtige über meine Ausbildung nachlesen? .....	10	1.6.4	Eisen im Magnetfeld einer Spule .....	68
2	Welche Zeugnisse erhalte ich in meiner Ausbildung? .....	10	1.6.5	Anwendung von Elektromagneten .....	70
3	Aus welchen Prüfungsteilen besteht die Kammerprüfung? .....	11	1.6.6	Stromdurchflossener Leiter im Magnetfeld. ....	75
4	Wie werden meine Prüfungen bewertet? .....	12	1.6.7	Induktion .....	77
5	Welche Bestehensregelungen gelten für die Abschlussprüfung? .....	12	1.6.8	Spulen .....	78
6	Unter welchen Bedingungen kann ich den Prüfungstermin vorziehen? .....	13	1.6.8	Wirbelströme .....	80
7	Wer prüft mich? .....	13			
8	Wer erstellt die Prüfungsaufgaben? .....	13	<b>2  </b>	<b>Wechselstromtechnik</b>	<b>81</b>
9	Wie bereite ich mich auf die Prüfung vor? .....	13	<b>2.1</b>	<b>Grundbegriffe des Wechselstroms</b> .....	<b>81</b>
10	Wie besiege ich meine Prüfungsangst? .....	14	2.1.1	Grundgrößen .....	81
11	Kann ich auch Teile der Prüfung im Ausland absolvieren? .....	15	2.1.2	Frequenz und Kreisfrequenz .....	82
12	Meine Ausbildung ist zu Ende. Wie geht es weiter? .....	15	2.1.3	Impulse .....	83
			2.1.4	Sinuslinie und Zeiger, Phasenverschiebung	84
			2.1.5	Wechselstromwerte .....	85
			<b>2.2</b>	<b>Widerstände und Leistungen im Wechselstromkreis</b> .....	<b>86</b>
			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	Anwendung der Schwingkreise .....	96
			<b>2.3</b>	<b>Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)</b> .....	<b>97</b>
			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 Leistungsmessung bei Drehstrom .....	101
			<b>2.4</b>	<b>Kompensation</b> .....	<b>102</b>
<b>E</b>	<b>Fachwissen Elektrotechnik</b>	<b>17</b>	<b>3</b>	<b>Schaltungstechnik</b>	<b>104</b>
<b>1</b>	<b>Grundlagen der Elektrotechnik</b>	<b>17</b>	<b>3.1</b>	<b>Schaltzeichen</b> .....	<b>104</b>
<b>1.1</b>	<b>Grundbegriffe</b> .....	<b>17</b>	<b>3.2</b>	<b>Arten von Schaltplänen</b> .....	<b>105</b>
1.1.1	Elektrischer Stromkreis .....	17	<b>3.3</b>	<b>Installationsschaltungen</b> .....	<b>108</b>
1.1.2	Elektrischer Strom .....	18	<b>3.4</b>	<b>Schützsicherungen</b> .....	<b>111</b>
1.1.3	Elektrische Spannung .....	21	<b>3.5</b>	<b>NOT-AUS-Einrichtungen</b> .....	<b>114</b>
1.1.4	Elektrischer Widerstand .....	24	<b>4</b>	<b>Elektronik</b>	<b>115</b>
1.1.5	Bauformen der Widerstände .....	28	<b>4.1</b>	<b>Bauelemente der Elektronik</b> .....	<b>115</b>
1.1.6	Elektrische Energie .....	30	4.1.1	Halbleiterdioden .....	115
1.1.7	Temperatur und Wärme .....	33	4.1.2	Bipolare Transistoren .....	116
1.1.8	Temperatur- und spannungsabhängige Widerstände .....	36	4.1.3	Feldeffekttransistoren .....	117
<b>1.2</b>	<b>Grundsicherungen von Widerständen</b> .....	<b>37</b>	4.1.4	Thyristoren .....	119
1.2.1	Reihenschaltung von Widerständen .....	37	4.1.5	Triac .....	122
1.2.2	Parallelschaltung von Widerständen .....	40	4.1.6	Diac .....	122
1.2.3	Gemischte Schaltungen .....	42	4.1.7	Leistungstransistoren .....	123
<b>1.3</b>	<b>Elektrochemie</b> .....	<b>45</b>	4.1.8	Fotoelektronische Bauelemente .....	124
1.3.1	Elektrolyse .....	45	<b>4.2</b>	<b>Leistungselektronik</b> .....	<b>125</b>
1.3.2	Korrosion und Korrosionsschutz .....	46	4.2.1	Ungesteuerte Gleichrichter .....	125
1.3.3	Galvanische Elemente (Primärelemente) .....	48	4.2.2	Wechselrichter .....	127
1.3.4	Akkumulatoren (Sekundärelemente) .....	52	4.2.3	Gesteuerte Gleichrichter und Wechselstromsteller .....	128
<b>1.4</b>	<b>Spannungsquelle</b> .....	<b>56</b>	4.2.4	DC/DC-Wandler .....	130
1.4.1	Ersatzschaltbild einer Spannungsquelle .....	56	4.2.5	Netzgeräte .....	131
1.4.2	Belastete Spannungsquellen .....	56	4.2.6	Unterbrechungsfreie Stromversorgungen (USV) .....	132
1.4.3	Anpassung .....	57	<b>4.3</b>	<b>Verstärker und Verstärkerschaltungen</b> .....	<b>133</b>
1.4.4	Schaltungen von Spannungsquellen .....	58			
<b>1.5</b>	<b>Elektrisches Feld und Kondensator</b> .....	<b>59</b>			
1.5.1	Elektrisches Feld .....	59			
1.5.2	Kondensator und Kapazität .....	60			
1.5.3	Kondensator im Gleichstromkreis .....	61			
1.5.4	Bauarten von Kondensatoren .....	62			
<b>1.6</b>	<b>Magnetisches Feld und Spule</b> .....	<b>64</b>			
1.6.1	Magnetismus .....	64			
1.6.2	Magnetfeld des elektrischen Stromes .....	66			
1.6.3	Magnetische Größen und Einheiten .....	67			

4.3.1	Verstärkerschaltungen	133	7.3.4	Anlagen im Freien, Baustellen, Campingplätze	197
4.3.2	Operationsverstärker	134	7.3.5	Landwirtschaftliche Betriebsstätten	197
<b>4.4</b>	<b>Digitaltechnik</b>	<b>136</b>	7.3.6	Medizinisch genutzte Bereiche	198
4.4.1	Grundlagen	136	<b>7.4</b>	<b>Schutzmaßnahmen für Personen und Nutztiere</b>	<b>199</b>
4.4.2	Schaltalgebra	137	7.4.1	Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit	199
4.4.3	Logische Verknüpfungen	138	7.4.2	Wirkungen des Stromes auf den menschlichen Körper	200
4.4.4	KV-Diagramm	140	7.4.3	Arbeiten an elektrischen Anlagen	200
4.4.5	Flipflops (Kippglieder)	141	7.4.4	Erste Hilfe	201
4.4.6	Weitere Schaltungen	142	7.4.5	Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen	203
<b>5</b>	<b>Automatisierungstechnik</b>	<b>144</b>	<b>7.5</b>	<b>Normbegriffe und Kenngrößen</b>	<b>203</b>
5.1	Grundbegriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik	144	7.5.1	Fachbegriffe für Schutzmaßnahmen	203
5.2	Sensoren	147	7.5.2	Netzsysteme	205
5.3	Kleinsteuerungen	151	<b>7.6</b>	<b>Schutz gegen elektrischen Schlag</b>	<b>207</b>
5.4	Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)	153	7.6.1	Übersicht	207
5.4.1	Speicherbausteine	153	7.6.2	Basisschutz	207
5.4.2	Signale und Signalverarbeitung	153	7.6.3	Fehlerschutz	208
5.4.3	Steuerungsarten bei einer SPS	155	7.6.4	Schutz durch Abschaltung oder Meldung	208
5.4.4	Verknüpfungen	156	7.6.5	Doppelte oder verstärkte Isolierung	210
5.4.5	Aufbau einer SPS	156	7.6.6	Schutztrennung	211
5.4.6	Programmierung einer SPS	157	7.6.7	Kleinspannung	211
5.4.7	Sprungbefehle	159	7.6.8	Zusätzlicher Schutz	212
5.4.8	Programmiersprachen	159	<b>7.7</b>	<b>Prüfung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel</b>	<b>213</b>
5.4.9	Zeitglieder, Zähler und Impulse	162	7.7.1	Allgemeines	213
5.4.10	Programmiergeräte und Dokumentation	163	7.7.2	Schutzleiter und Schutzpotenzialausgleichsleiter	214
5.4.11	Steuerungsbeispiele	165	7.7.3	Isolationswiderstand elektrischer Anlagen	214
5.4.12	Ablaufsteuerungen	166	7.7.4	Isolationswiderstand von Fußböden	214
<b>6</b>	<b>Informations- und Kommunikationstechnik</b>	<b>167</b>	7.7.5	Prüfung im TN-System	215
6.1	Grundlagen der Computertechnik	167	7.7.6	Prüfung im TT-System	216
6.2	Vernetzung von Computern	172	7.7.7	Wiederkehrende Prüfungen	216
6.3	Internet	175	7.7.8	Prüfung von Geräten	217
6.4	Kommunikationsnetze	177	<b>7.8</b>	<b>Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)</b>	<b>219</b>
6.5	Leitungen in der Informationstechnik	178	7.8.1	EMV in Netzen	219
6.5.1	Datenleitungen	178	7.8.2	EMV bei Geräten	220
6.5.2	Lichtwellenleiter	179	<b>7.9</b>	<b>Technische Anschlussbedingungen</b>	<b>222</b>
<b>7</b>	<b>Schutzmaßnahmen für elektrische Anlagen</b>	<b>181</b>	<b>8</b>	<b>Kraftwerke und Energieverteilung</b>	<b>224</b>
7.1	Niederspannungsanlagen in Gebäuden	181	8.1	Kraftwerke	224
7.1.1	Hausanschluss	181	8.2	Regenerative Energiequellen	226
7.1.2	Erdungsanlagen	182	8.2.1	Sonnenkollektoren	226
7.1.3	Schutzpotenzialausgleich	183	8.2.2	Windenergieanlagen	227
7.1.4	Wohnungsausstattung	184	8.2.3	Fotovoltaikanlagen	228
7.2	Bestimmungen für elektrische Betriebsmittel	185	8.2.4	Energiemanagement	230
7.2.1	Schutzarten	185	8.2.5	Deponiegas, Gezeitenkraftwerke	231
7.2.2	Schutzklassen	186	<b>8.3</b>	<b>Umspannwerke</b>	<b>232</b>
7.2.3	Leitungen und Kabel	186	<b>8.4</b>	<b>Übertragungsnetze der Energietechnik</b>	<b>234</b>
7.2.4	Elektroinstallationsrohre	189	8.4.1	Netzformen	234
7.2.5	Schalter und Steckvorrichtungen	189	8.4.2	Freileitungsnetze	235
7.2.6	Schutzeinrichtungen	190	8.4.3	Kabelnetze	236
<b>7.3</b>	<b>Räume und Betriebsstätten besonderer Art</b>	<b>195</b>	<b>9</b>	<b>Elektrische Maschinen</b>	<b>237</b>
7.3.1	Raumarten	195	9.1	Grundbegriffe elektrischer Maschinen	237
7.3.2	Räume mit Badewanne oder Dusche	195	9.1.1	Allgemeines	237
7.3.3	Feuergefährdete und explosionsgefährdete Betriebsstätten	196			

9.1.2	Bauformen	239	10.6	Rufanlagen	304
9.1.3	Betriebsarten	240	10.7	Gefahrenmeldeanlagen (Alarmanlagen)	305
9.2	<b>Drehstrommaschinen</b>	241	10.8	<b>Blitzschutz</b>	308
9.2.1	Synchrongeneratoren	241	11	<b>Elektrische Messgeräte</b>	313
9.2.2	Synchronmotoren	242	11.1	<b>Grundbegriffe</b>	313
9.2.3	Drehstrom-Asynchronmotoren	242	11.2	<b>Analoge Messwerke und Messinstrumente</b>	314
9.3	<b>Sonstige Drehfeldmotoren</b>	248	11.2.1	Drehspulmesswerk	314
9.3.1	Drehstrommotoren als Einphasenwechselstrom-Motoren	248	11.2.2	Dreheisenmesswerk	315
9.3.2	Einphasenwechselstrom-Motoren mit Hilfswicklung	248	11.2.3	Elektrodynamisches Messwerk	315
9.3.3	Spaltpolmotoren	250	11.2.4	Messen mit Stromzangen	316
9.3.4	Servomotoren, Schrittmotoren	251	11.3	<b>Messbrücken</b>	316
9.4	<b>Gleichstrommaschinen</b>	252	11.4	<b>Digitale Messgeräte</b>	317
9.4.1	Allgemeines	252	11.5	<b>Messwandler</b>	318
9.4.2	Gleichstromgeneratoren	252	11.6	<b>Elektrizitätszähler</b>	320
9.4.3	Gleichstrommotoren	253	11.7	<b>Oszilloskop</b>	321
9.5	<b>Universalmotoren</b>	255	11.7.1	Allgemeines	321
9.6	<b>Elektromotorische Antriebe</b>	256	11.7.2	Bedienung des Oszilloskops	322
9.6.1	Auswahl des Antriebsmotors	256	11.7.3	Messungen mit dem Oszilloskop	323
9.6.2	Mechanische Übertragung der Motorleistung	257	12	<b>Werkstoffe und Fertigungsverfahren</b>	324
9.6.3	Lagerung und Bremsung	257	12.1	<b>Werkstoffe der Elektrotechnik</b>	324
9.6.4	Drehzahlsteuerung	257	12.1.1	Konstruktionswerkstoffe	325
9.6.5	Frequenzumrichter	259	12.1.2	Leiterwerkstoffe	326
9.7	<b>Motorschutz</b>	261	12.1.3	Kontaktwerkstoffe	327
9.8	<b>Transformatoren</b>	262	12.1.4	Magnetwerkstoffe	328
9.8.1	Grundbegriffe	262	12.1.5	Isolierstoffe	329
9.8.2	Transformatoren für Einphasenwechselstrom	265	12.1.6	Widerstandswerkstoffe	332
9.8.3	Drehstromtransformatoren	269	12.2	<b>Löten</b>	333
10	<b>Gebäudetechnische Anlagen</b>	273	12.3	<b>Gedruckte Schaltungen (Leiterplatten)</b>	334
10.1	<b>Licht und Beleuchtung</b>	273	12.3.1	Allgemeines	334
10.1.1	Lichttechnische Grundbegriffe	273	12.3.2	Subtraktiv-Technik	335
10.1.2	Anforderungen an eine gute Beleuchtung	275	12.3.3	Additiv-Technik	336
10.1.3	Halogenlampen	276	12.3.4	Drucktechniken für gedruckte Schaltungen	336
10.1.4	LED-Lampen	276	12.3.5	SMD-Technik	337
10.1.5	Gasentladungslampen	277	13	<b>Umweltschutz</b>	338
10.1.6	Lichtsteuersysteme	280	13.1	<b>Schadstoffe</b>	338
10.2	<b>Elektrogeräte</b>	281	13.2	<b>Entsorgung und Recycling</b>	339
10.2.1	Elektrowarmegeräte	281	13.3	<b>Batterien und Akkumulatoren</b>	340
10.2.2	Elektrische Raumheizung	287	13.4	<b>Energieeinsparung</b>	341
10.2.3	Elektrische Kühlung	288	M	<b>Mathematische Anwendungen</b>	342
10.2.4	Wärmepumpe	290	1	<b>Mathematische Grundlagen</b>	342
10.3	<b>Antennenanlagen</b>	291	1.1	Rechtwinkliges Dreieck	342
10.3.1	Grundbegriffe	291	1.2	Strecken und Flächen	342
10.3.2	Satellitenempfangsanlagen	292	1.3	Rauminhalt und Masse	343
10.3.3	Breitband-Kommunikationsanlagen	295	1.4	Geschwindigkeit und Kräfte	344
10.3.4	Vorschriften für die Errichtung von Antennenanlagen	296	1.5	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	344
10.4	<b>Telekommunikationstechnik</b>	297	2	<b>Elektrotechnische Grundlagen</b>	345
10.4.1	Analoge Telefonanschluss technik („POTS“)	297	2.1	Grundgrößen und ohmsches Gesetz	345
10.4.2	ISDN	298	2.2	Widerstand und Temperatur	345
10.4.3	DSL, VoIP	299	2.3	Schaltung von Widerständen	346
10.4.4	Multimedia	300	2.4	Elektrische Leistung, Arbeit und Wirkungsgrad	347
10.5	<b>Gebäudesystemtechnik</b>	301			
10.5.1	Allgemeines	301			
10.5.2	Installationsbus KNX	301			

2.5 Wärmeenergie und Elektrowärme . . . . . 348  
 2.6 Spannungsquelle . . . . . 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  
 mit Außenbereich . . . . . 363  
**2 Projekte Motorsteuerungen** . . . . . 365  
 2.1 Gleichstrombremsung an einer  
 Kreissäge . . . . . 365  
 2.2 Wendeschutzschaltung . . . . . 365  
**3 Projekt Lebensmittelmarkt** . . . . . 366  
 3.1 Beleuchtungsanlage . . . . . 366  
 3.2 Lüftungsanlage . . . . . 366  
 3.3 Temperaturregelung . . . . . 367  
**4 Projekt Wintergarten** . . . . . 368  
 4.1 Installationsschaltung . . . . . 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 Kleinststeuerung . . . . . 371  
**6 Projekt Holzbearbeitungswerkstatt** . . . . . 372  
 6.1 Projektbeschreibung . . . . . 372  
 6.2 Aufgabenstellung . . . . . 372  
**7 Projekt 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 Sozial-  
 kunde 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 Kostenrechnen . . . . . 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 Beispiele für die gestreckte Prüfung  
 Teil 2** . . . . . 416  
 2.1 Systementwurf . . . . . 416  
 2.2 Funktions- und Systemanalyse . . . . . 422  
 2.3 Wirtschafts- und Sozialkunde . . . . . 428

**LP Projektlösungen 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 Wächter** . . . . . 441  
**8 Projekt Mischanlage** . . . . . 442

**LA Lösungen zu den  
 Abschlussprüfungen 443**

**1 Lösungen für die gestreckten  
 Prüfungen Teil 1** . . . . . 443  
**2 Lösungen für die gestreckte Prüfung  
 Teil 2** . . . . . 446  
**Sachwortverzeichnis** . . . . . 452