

**Neu:** z. B. Lasertechnik, Kennzeichnung von SMD-Bauelementen.  
**Aktualisiert:** z. B. technische Daten, viele Darstellungen von mathematischen und physikalischen Formeln. Formeln wurden ergänzt.

**G**

Grundlagen,  
Physik,  
Bauelemente

11

**Neu:** z. B. Funktionsdiagramme, Weg-Schritt-Diagramme, Multifunktionsmessgerät, Schaltungen mit DMS, CLS-System.

**Aktualisiert:** z. B. Schaltzeichen, Betriebsmittelkennzeichnungen, Sensoren.

**TM**

Technische  
Kommunikation,  
Messen

69

**Neu:** z. B. Erdungsanlagen, Elektroinstallation von Caravanplätzen, Marinas und Häfen.

**Aktualisiert:** z. B. Leitungsberechnungen, Überstrom-Schutzeinrichtungen, Elektroinstallation von Orten mit Badewanne oder Dusche, Beleuchtungsanlagen.

**EI**

Elektrische  
Installation

137

**Neu:** z. B. Schutz elektrischer Netze, Sternpunktbehandlung, Prüfbericht von PV-Anlagen, Netzintegrationen, Energiemanagement eKfz, Sicherheitsbeleuchtung, Wärmepumpen.

**Aktualisiert:** z. B. Schutzmaßnahmen, Brandmelder.

**SE**

Sicherheit,  
Energieversorgung

245

**Neu:** z. B. Router, Cybersicherheit, IT-Netzwerkschutz, Funktionen von PROFINET, Sicherheitsbussysteme, OPC, MQTT.

**Aktualisiert:** z. B. Datennetze, Netzwerkcommunication, Dämpfung, Pegel, Modulation, Telefonie.

**IK**

Informations- und  
Kommunikations-  
technik

377

**Neu:** z. B. Funktionen von LOGO!, SPS-Zähler, Technologieobjekt PID-Regler, Arten von Aktoren, Grundsaltungen Pneumatik, EC-Motoren, Industrieroboter, Instandhaltung, -setzung.

**Aktualisiert:** z. B. SPS-Programmierung, Regelungstechnik, Antriebstechnik.

**AS**

Automatisierung,  
Antriebe, Steuern  
und Regeln

445

**Neu:** z. B. Lichtwellenleiter.

**Aktualisiert:** z. B. Leitungen, Bezeichnungen von Leitungen, technische Angaben.

**W**

Werkstoffe,  
Verbindungen

557

**Neu:** z. B. Rechtsformen von Unternehmen.

**Aktualisiert:** z. B. Normenverzeichnis, Kurzformen von Fachbegriffen, fachliches Englisch.

**BU**

Betrieb und  
Umwelt

589



Erste Hilfe am Arbeitsplatz .....	U2
Bildquellenverzeichnis .....	4
Lernfelder, Hauptabschnitte des Buches, Prüfungsteile .....	10

## Teil G: Grundlagen, Physik, Bauelemente ..... 11

Formelzeichen dieses Buches .....	12
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches .....	13
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen .....	14
Größen und Einheiten .....	15
Mathematische Zeichen .....	17
Potenzen, Vorsätze, Logarithmen, Dreisatzrechnung .....	18
Gleichungssysteme .....	19
Winkel, Winkelfunktionen, Prozentrechnen .....	20
Beziehungen zwischen den Winkelfunktionen .....	21
Längen und Flächen .....	22
Körper und Masse .....	23
Masse, Kraft, Druck, Drehmoment .....	24
Bewegungslehre .....	25
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie .....	26
Übersetzungen .....	27
Rollen, Aufhängung, Keile, Winden .....	28
Wärme, Temperatur .....	29
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand .....	30
Elektrisches Feld, Kondensator .....	31
Magnetisches Feld, Spule .....	32
Strom im Magnetfeld, Induktion .....	33
Elektrische und magnetische Feldstärken .....	34
Wechselgrößen, Wellenlänge .....	35
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit .....	36
Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls .....	37
Schaltungen von Widerständen .....	38
Grundsicherungen von Induktivitäten und Kapazitäten .....	39
Reihenschaltung, Parallelschaltung von $R$ , $L$ , $C$ ...	40
Ersatz-Reihenschaltung, Ersatz-Parallelschaltung Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, ...	42
Spannungsteiler .....	43
Potenzimeter .....	44
Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung .....	45
Schalten von Kondensatoren und Spulen .....	46
Einfache Filter .....	47
Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) .....	48
Unsymmetrische Last, Netzwerkumwandlung, Brückenschaltung .....	49
Unsymmetrische gleichartige Belastung bei Dreiphasenwechselstrom .....	50
Widerstände und Kondensatoren .....	51
Anwendungsgruppen und Aufbau von Kondensatoren .....	54
Halbleiterwiderstände .....	55
Kennzeichnung von Halbleiterbauelementen .....	56
Dioden .....	57
Feldeffekttransistoren, IGBTs .....	58
Bipolare Transistoren .....	59
Thyristor .....	60
Thyristorarten und Triggerdiode .....	61
Gleichrichterbegriffe .....	62
Magnetfeldabhängige Bauelemente .....	63
Fotoelektronische Bauelemente .....	64
Schutzbeschaltung von Dioden und Thyristoren .....	65
Laser – Strahl, Gerät .....	66
Bauelemente für Überspannungsschutz .....	67
Kühlung von Halbleiter-Bauelementen .....	68

## Teil TM: Technische Kommunikation, Messen .. 69

Grafische Darstellung von Kennlinien .....	70
Allgemeine technische Kommunikation .....	71
Zeichnerische Darstellung von Körpern .....	72
Maßpfeile, besondere Darstellungen .....	73
Maßeintragung, Schraffur .....	74
Geometrische Produktspezifikation (GPS) .....	76
Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente ..	78
Weitere funktionsbezogene Dokumente .....	79
Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente .....	80
Kennzeichnungen in Schaltplänen .....	81
Referenzkennzeichnung nach DIN EN IEC 81346 ..	83
Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen .....	84
Kontaktkennzeichnung in Verdrahtungsplänen ..	85
Stromkreise und Schaltzeichen .....	86
Allgemeine Schaltzeichen .....	87
Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen ..	88
Messinstrumente und Messgeräte .....	89
Halbleiterbauelemente .....	90
Binäre Elemente .....	91
Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschaltgeräte .....	93
Audioumsetzer, Videoumsetzer und Antennenanlagen .....	94
Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne .....	95
Installationsschaltpläne .....	97
Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne .....	98
Spulen, Transformatoren, drehende Generatoren ..	99
Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser ..	100
Drehstrommotoren und Anlasser .....	101
Vergleich von Schaltzeichen .....	102
Bildzeichen an elektrischen Betriebsmitteln .....	104
Hydraulische und pneumatische Elemente .....	105
Symbole der Verfahrenstechnik .....	106
Funktionsdiagramm, Weg-Schrittdiagramm .....	108
Weitere Arten von Diagrammen .....	109
Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder Anlagen .....	110
Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung .....	111
Elektrische Messgeräte und Messwerke .....	112
Multifunktionsmessgerät, Installationstester .....	113
Piktogramme für die Messtechnik .....	114
Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung ..	115
Messwandler .....	116
AC/DC-Größenerfassung .....	117
Messungen in elektrischen Anlagen .....	118
Niederspannungs-Leistungsmessgeräte .....	121
Analoge Elektrizitätszähler .....	122
Elektronische kWh-Zähler .....	123
CLS-System mit elektronischem Haushaltszähler eHZ EDL und SMGW .....	124
Oszilloskope .....	125
Messen mit dem Oszilloskop .....	126
Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren ..	127
Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren ..	128
Schaltungen mit Dehnungsmessstreifen DMS .....	129
Bewegungsmessung mit Sensoren .....	130
Temperaturmessung mit Sensoren .....	131
Optoelektronische Näherungsschalter (Lichtschranken) .....	132
Näherungsschalter (Sensoren) .....	133
Ultraschall-Sensoren .....	134
Weitere Sensoren .....	135
Anschluss von Näherungssensoren der Steuerungstechnik .....	136
Anschluss von Näherungssensoren .....	136



<b>Teil EI: Elektrische Installation</b>	<b>137</b>
Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten	138
Arbeiten in elektrischen Anlagen	139
Werkstattausrüstung	140
Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung	141
Ausschaltungen, Serienschaltung	142
Wechselschaltung, Kreuzschaltung	143
Ausführung von Installationsschaltungen	144
Jalousieschaltungen	145
Treppenlichtzeitschalter, Hausklingelanlage mit Türöffner	147
Schaltungen mit Stromstoßschaltern	148
Einfache Türsprechanlagen mit Bussystem	149
Videoanlagen für Hauskommunikation	150
Ausführungen von Türsprechanlagen	151
Dimmen konventioneller Lampen	152
Dimmen von LED-Lichtquellen	153
Dimmen von Niedervolt-LED-Lichtquellen	154
Lichtmanagement mit DALI	155
Automatikschalter mit Wärme- und Helligkeitssensoren	156
Automatikschalter mit Ultraschall-Bewegungssensor	157
Feldarme Elektroinstallation	158
Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik	159
Linien, Bereiche beim Installationsbus KNX-TP	161
Schaltzeichen des KNX	162
Systemkomponenten für den KNX-TP	163
Sensoren, Aktoren für den KNX-TP	164
Installationsbus mit FSK-Steuerung KNX-PL	166
Projektierte einer Smart-Home-Anlage	167
Projektierte und Inbetriebnahme beim KNX	168
Telegramm des KNX-Busses	170
Smart Home mit Busch-free@home	171
LON	173
LCN	175
Elektroinstallation mit Funksteuerung	176
Komponenten zur Funksteuerung	178
Gebäudeautomation über bestehende Stromleitungen	179
Verteilungssysteme	180
Planungsgrundsätze für elektrische Anlagen in Wohngebäuden	181
Leiter für Schutzmaßnahmen	182
Fundamenterde im Beton oder in Erde	183
Weitere Erder, Planung und Errichtung von Erdungsanlagen	184
Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich	185
Hauptleitungen in Wohnanlagen	187
Zählerplatzinstallation	188
Elektrische Ausstattung in Wohngebäuden, Zählerplätze	189
Ausstattung an Kommunikationsanlagen in Wohngebäuden	190
Leitungsführung in Wohngebäuden	191
Induktivitätsbelag und Spannungsfall	193
Leitungsberechnung mit Verzweigung	194
Ablauf der Leitungsberechnung	195
Verlegearten für feste Verlegung	196
Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen	197
Ergänzungen zur Strombelastbarkeit	200
Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit	201
Leitungsberechnung bei Oberschwingungen	202
Verteilstromkreis bei Oberschwingungen	203
Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit von Starkstromkabeln	204
Maximale Leitungslängen nach Spannungsfall	205
Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen	206

Maximale Leitungslängen bei Kurzschluss	207
Kabel- und Leitungslängen für Fehler- und Kurzschlusschutz	208
Überstrom-Schutzeinrichtungen	209
Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte	212
Orte mit Badewanne oder Dusche	213
Räume und Anlagen besonderer Art, Arbeiten unter Spannung	214
Saunaanlagen, Schwimmbecken, begehbare Becken	215
Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten	216
Elektroinstallation in landwirtschaftlichen Betriebsstätten	217
Energieversorgung für Baustellen	218
Elektroinstallation von Caravanplätzen, Campingplätzen	219
Elektroinstallation in Häfen, Marinas und ähnlichen Bereichen	220
Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	221
Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen	223
Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	224
Energieversorgung von Werkstätten und Maschinenhallen	225
Aufbau von Schaltschränken	226
Lichttechnik	227
Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung in Innenräumen	228
Wartungsfaktoren von Arbeitsstättenbeleuchtungen	229
Beleuchtung und Blendung	230
Farbkennzeichnung von Leuchtmitteln	231
Kennzeichnung von Leuchten und Vorschaltgeräten, Leuchtenkennzahl	232
Berechnung der Leuchtenanzahl	233
Berechnung von Beleuchtungsanlagen	234
Lichttechnische Daten von Leuchten	235
Temperaturstrahler, Gasentladungslampen	236
Induktionslampen und Lichtwellenleiter zur Beleuchtung	237
Schaltungen für Leuchtstofflampen	238
Leuchtstofflampenersatz	239
LED-Beleuchtung	240
LED-Leuchtröhren, LED-Module	242
Lichtwerbeanlagen für Niederspannung	243
Anlagen mit Leuchtröhren	244

#### Teil SE: Sicherheit, Energieversorgung 245

Persönliche Schutzausrüstung (PSA), Sicherheitsfarben	246
Zeichen zur Unfallverhütung	247
Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit	251
Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten	252
Weitere Stromgefährdungen	253
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen	254
Schutz gegen elektrischen Schlag	255
Differenzstromgeräte RCD, RCM	256
Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	257
Weitere Schutzmaßnahmen	259
Koordination elektrischer Betriebsmittel	260
Fehlerströme und RCDs bei Stromrichterschaltungen	261
Überwachung der Endstromkreise	262
Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten Anlagen	263



Prüfungen nach DIN VDE 0100 Teil 600 .....	264
Prüfung der Schutzmaßnahmen .....	265
Wiederkehrende Prüfungen .....	267
Reparatur und Wiederholungsprüfung	
elektrischer Geräte .....	268
Prüfen von elektrischen Maschinen und Anlagen .....	272
Inhalt eines Prüfprotokolls .....	274
Prüfungen bei Transformatoren, Drosselspulen .....	275
Berechnung von Transformatoren .....	276
Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren .....	277
Kleintransformatoren .....	278
Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von	
Transformatoren .....	279
Transformatoren für Drehstrom .....	280
Transformatoren in Parallelbetrieb .....	281
Netze der Energietechnik .....	282
Schutz von Netzen, Transformatoren,	
Generatoren, Sammelschienen .....	283
Sternpunktbehandlung .....	284
Anschluss von Kundenanlagen an	
Höchstspannungsnetze .....	285
Freileitungen .....	286
Freileitungsnetze .....	287
Kabel für die Energieverteilung .....	288
Schalter in Energienetzen .....	289
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGU .....	290
Verlegen von Erdkabeln .....	291
Kraftwerksarten .....	292
Drehende Generatoren .....	293
Windkraftanlagen .....	294
Eigenerzeugungsanlagen .....	295
Photovoltaik .....	297
Blitz- und Überspannungsschutz bei	
Photovoltaikanlagen .....	299
PV-Anlagen mit Batterie-Speichersystem .....	300
Speicher für Photovoltaikanlagen .....	301
Wechselrichter für PV-Anlagen und	
Batteriesysteme .....	302
Prüfungen und Prüfristen bei	
Photovoltaikanlagen .....	303
Inhalt eines Prüfberichts einer PV-Anlage	
(Prüfprotokoll) .....	304
Energieertrag bei Photovoltaikanlagen .....	305
Brennstoffzellen .....	306
Weitere Anlagen für erneuerbare Energien .....	307
Netzintegration von umrichterbasierten	
Eigenerzeugungsanlagen .....	308
Ersatzstromversorgung und Notbeleuchtung .....	309
Sicherheitsbeleuchtung .....	310
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV-	
Anlagen) .....	311
USV-Systeme (Unterbrechungsfreie	
Stromversorgungssysteme) .....	312
Ladestationen für Elektrofahrzeuge .....	313
Anschlüsse von Elektrofahrzeugen, Prüfung der	
Ladestation .....	314
Lastmanagement, Energiemanagement für	
Elektrofahrzeuge .....	315
Intelligente Stromnetze .....	316
Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen .....	317
Messumformer in Smart-Grid-Anlagen .....	318
Regelung der Netzfrequenz im Kraftwerk .....	319
Regelung der Netzspannung im Umspannwerk .....	320
Grenzwerte der Anschlussleistung im	
öffentlichen Netz .....	321
Qualität der Stromversorgung .....	322
Merkmale der Versorgungsspannung .....	323
Oberschwingungen OS .....	324
THD-Werte von Oberschwingungen .....	325
Messen von Oberschwingungen OS .....	326

Kompensation .....	327
Kompensation der Blindleistung .....	328
Stromhandel .....	330
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV .....	331
Elektromagnetische Störungen EMI .....	332
Maßnahmen gegen EMIs .....	333
EMV und Potenzialausgleich .....	334
Innerer Blitzschutz .....	335
Äußerer Blitzschutz .....	336
Fangeinrichtungen und Ableitungen .....	338
Elektrochemie .....	339
Korrosion .....	340
Primärelemente (Batterien) .....	341
Akkumulatoren (Sekundärelemente) .....	342
Ladetechniken für Akkumulatoren .....	343
Energie ernten für Sensoren und Aktoren .....	344
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel, ENEC-	
Zeichen .....	345
Explosionsschutz, ATEX-Kennzeichnung .....	346
IK-Code, IC-Code .....	347
Melde- und Überwachungsanlagen .....	348
Sicherheitstechnik in Gebäuden .....	349
Rauchwarnmelder RWM .....	350
Brandschutzschalter .....	351
Risiko-, Sicherheitsbewertung zum Einsatz von	
AFDDs .....	352
Brandschutz .....	353
Brandschutztechnische Anforderungen an	
Leitungsanlagen .....	354
Brandmeldeanlagen .....	355
Überwachung mit Brandmeldeanlagen .....	356
Gefahrenmeldeanlagen .....	357
Einbruchmeldeanlage EMA .....	358
Video-Überwachung .....	359
Raumheizung .....	360
Umschlossene Heizungssysteme .....	361
Klimatisierung von Räumen .....	362
Klimatisierung von Schaltschränken .....	363
Kochstellen für Elektroherde .....	364
Warmwassergeräte .....	365
Wärmepumpe .....	366
Elektroinstallation einer Wärmepumpe .....	367
Hausgeräte .....	368
Elektrische Energieeffizienz .....	369
Punktesystem für die Energieeffizienz	
elektrischer Anlagen .....	370
Energiemanagement von industriellen Anlagen .....	371
Ermittlung des Energieverbrauchskennwertes	
von Gebäuden .....	372
Energieeffizienzklasse von Geräten .....	373
Energie-Einsparpotenziale .....	375
Stromtarife .....	376

### Teil IK: Informations- und Kommunikationstechnik .....

377

Digitalisierung (Industrie 4.0/5.0) .....	378
Internet of Things (IIoT und IoT), CPS .....	379
Künstliche Intelligenz KI .....	380
Automatisierungspyramide .....	381
EU-Gesetze und EU-Richtlinien zum Datenschutz .....	382
Cybersicherheit .....	383
Dualzahlen und Binärcodes .....	384
Hexadezimalzahlen und Oktalzahlen .....	385
ASCII-Code und Unicode .....	386
Binäre Verknüpfungen .....	387
Schaltalgebra .....	388
Entwicklung von Schaltnetzen .....	389
Codeumsetzer .....	390
Komparatoren und bistabile Kippschaltungen .....	391



Digitale Zähler und Schieberegister .....	392	Wechselwegschaltungen, Steuerkennlinien .....	456
DA-Umsetzer und AD-Umsetzer .....	393	Halbgesteuerte Stromrichter .....	457
Mikrocomputer .....	394	Vollgesteuerte Stromrichter .....	458
PC-Hauptplatine und PC-Anschlüsse .....	395	Wechselrichter .....	459
Bildschirmgeräte, Projektor .....	396	Gleichstromsteller, Umrichter .....	460
3D-Drucker .....	397	U-Umrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis .....	461
Schnittstellen und Steckverbinder des PC .....	398	Motoren mit Stromrichterspeisung .....	462
Steckverbinder RJ45, Cat-7-Steckverbindungen .....	399	Frequenzumrichter auswählen und einrichten .....	463
Schnittstellenkopplungen .....	400	Grundlagen der Schaltnetzteile .....	464
Betriebssysteme .....	401	Schaltnetzteile .....	465
Windows-Tastenkürzel .....	402	Halbleiterrelais und Sicherheitsrelais .....	466
Diagrammerstellung in Excel .....	403	Steuerungstechnik .....	467
Verstärkung, Dämpfung bei der Signalübertragung .....	404	Kleinsteuerung LOGO! .....	468
Beziehungen von Dämpfungsmaß, Dämpfungsfaktor, Pegel .....	405	Funktionen von LOGO! .....	469
Modulation und Demodulation .....	406	Signalkopplungen für SPS und Mikrocomputer .....	471
Netze der Informationstechnik .....	407	Speicherprogrammierbare Steuerung SPS .....	472
Netzwerkcommunication .....	408	SPS-Programmierung im TIA-Portal .....	473
Komponenten für Datennetze .....	409	Programmstruktur für SPS .....	474
Trennklassen der Kommunikationsverkabelung .....	410	Programmieranweisungen für SPS .....	475
Leitungen in Datennetzen .....	411	Boole'sche SPS-Anweisungen .....	476
Kommunikationsnetzwerke mit Lichtwellenleiter LWL .....	412	SPS-Programmierung nach DIN EN 61131-3 .....	477
Kommunikation bei Ethernet .....	413	Programmieren von Zählern und Zeitgliedern in SPS S7 .....	478
Errichten eines Ethernet-Netzwerks .....	414	Ablaufsteuerung eines Rührwerks .....	479
Signalweg über Router .....	415	SPS-Bausteine für analoge Eingänge/Ausgänge .....	480
IT-Netzwerkschutz .....	416	Bibliotheksfähige SPS-Bausteine .....	481
Power over Ethernet (PoE) .....	417	Technologieobjekt PID-Regler .....	482
Datenübertragung mittels Funk .....	418	Programmieren in Strukturiertem Text ST für S7 .....	483
Funk-LAN .....	419	Programmieren in Strukturiertem Text ST, Ablaufsprache AS .....	484
Störungen bei Funkübertragungen in Werkstätten .....	420	Struktogramme und Programmablaufpläne (PAP) .....	485
Identifikationssysteme .....	421	Ablaufsteuerung mit GRAFCET .....	486
AS-i-Bussystem .....	422	Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen .....	488
Querkommunikation bei Feldbussen .....	423	Architekturen von Steuerungen .....	489
PROFIBUS .....	424	Funktionale Sicherheit nach SIL .....	490
Industrial Ethernet .....	425	Bestimmung und Anwendung des SIL .....	491
Funktionen von PROFINET .....	426	Sicherheitsfunktionen bei Antrieben .....	492
Inbetriebnahme bei PROFINET .....	427	EU-Maschinenrichtlinie, EU-Maschinenverordnung .....	493
Sicherheits-Bussysteme .....	428	CE-Kennzeichnung .....	494
Offene Kommunikationsplattformen für IIoT/IIoT .....	429	Elektrische Niederspannungs-Ausrüstung von Maschinen .....	495
M-Bus und Smart Metering .....	430	Grenztaster, Befehlsgeräte .....	496
Fernwirkssysteme .....	431	Elektronische Grenztaster .....	497
Anschluss an das Telefonnetz .....	433	Arten von Aktoren .....	498
Internet-Telefonie (VoIP) .....	434	Schütze .....	499
Internet-Zugänge .....	435	Spezielle Schützarten .....	500
Anwendungen des Internets .....	436	Kennzeichnung und Antriebe der Schütze .....	501
Antennen, Betriebsmittel für Antennenanlagen .....	437	Gebrauchskategorien und Prüfbedingungen von Schützen .....	502
SAT-Anlagen .....	438	Schützschaltungen .....	503
Satellitenantennenanlagen .....	439	Schützschaltung mit Steuereinrichtung .....	505
Digitales Fernsehen über terrestrische Antenne, DVB-T2 .....	440	Hilfsstromkreise .....	506
Gemeinschaftsantennenanlagen .....	441	Vermeiden von Fehlerfällen in Steuerstromkreisen .....	507
Errichtung von Antennenanlagen .....	442	Motorschutz .....	508
Breitbandkommunikationsanlagen (BK-Anlagen) .....	443	Elektronischer Motorschutz .....	509
Multimediaverkabelung im Heimbereich .....	444	Steuerung durch Motorschalter .....	510
<b>Teil AS: Automatisierung, Antriebe, Steuern und Regeln .....</b>		Elektronische Steuerungen von Verbrauchsmitteln .....	511
Verstärker-Grundsaltungen .....	446	Kennzeichnung in elektropneumatischen Steuerungen .....	512
Grundlagen des Operationsverstärkers .....	447	Elektropneumatische Grundsaltungen .....	513
Schaltungen mit Operationsverstärkern .....	448	Grundsaltungen der Pneumatik .....	514
Schalttransistor und Kippschaltungen .....	450	Regelungstechnik .....	515
Ansteuerschaltungen für Halbleiter .....	451	Unstetige Regelglieder .....	516
Glättung und Spannungsstabilisierung .....	452	Digitale stetige Regelglieder .....	517
Aufgaben von Stromrichtern .....	453	Analoge stetige Regelglieder .....	518
Benennung von Stromrichterschaltungen .....	454	Anwendung des Bode-Diagramms .....	519
Schaltungen für Gleichrichter und Stromrichter .....	455	Digitale Regelung .....	520



Einstellung von Regelkreisen .....	521
Betriebsarten und Grenzübertemperaturen bei Maschinen .....	524
Effizienz von elektrischen Antrieben .....	525
Drehstrommotoren für Stromrichterspeisung .....	526
Oberflächengekühlte Käfigläufermotoren (Normmotoren) .....	527
Betriebsdaten von Käfigläufermotoren (IE 3) .....	528
Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen .....	529
Leistungsschilder von drehenden elektrischen Maschinen .....	530
Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse .....	531
Berechnungsformeln für drehende elektrische Motoren .....	532
Konventionelle Gleichstromantriebe .....	533
Drehstrommotoren .....	534
Anlassarten von Drehstromasynchronmotoren .....	535
Polumschaltbare Motoren .....	536
Dahlander-Motoren .....	537
Fehlerbeseitigung bei Drehstrom-Asynchronmotoren .....	538
Einphasen-Wechselstrommotoren .....	539
Gleichstrommotoren .....	540
Servomotoren .....	541
Ansteuerung von Servomotoren .....	542
Schrittmotoren .....	543
Kleinstmotoren .....	544
Daten von Kleinstantrieben, Getriebe von Kleinstmotoren .....	545
Piezo-Aktoren und Piezo-Antriebe .....	546
EC-Motor .....	547
Linearantriebe .....	548
Linearmotoren, Betriebsquadranten bei Antrieben .....	549
Antriebstechnik .....	550
Wahl des Antriebsmotors .....	551
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren, Käfigläufermotoren .....	552
Sanftanlasser .....	553
Roboter .....	554
Prüfung elektrischer Maschinen .....	555
Instandhaltung, Instandsetzung, Reparatur, Wartung und Inspektion .....	556

## Teil W: Werkstoffe, Verbindungen ..... 557

Periodensystem, Atomaufbau, chemische Bindung .....	558
Stoffwerte .....	559
Stahlnormung .....	560
Leitende Werkstoffe der Elektrotechnik (Nichteisenmetalle) .....	561
Magnetisierungskennlinien .....	562
Magnetwerkstoffe .....	563
Lote, Thermobimetalle, Kohlebürsten .....	564
Kontaktwerkstoffe, Freileitungen .....	565
Isolierstoffe .....	566
Kunststoffe als Isolierstoffe .....	568
Weitere Isolierstoffe .....	569
Hilfsstoffe .....	570
Leitungen und Kabel .....	571
Starkstromleitungen (nicht harmonisiert) Nicht harmonisierte Starkstromleitungen (Auswahl) .....	572
Starkstromleitungen (harmonisiert) .....	573
Weitere harmonisierte Leitungen .....	574
Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen .....	575

Lichtwellenleiter für Datenübertragungen .....	577
Lichtwellenleiter LWL Bezeichnungsschlüssel .....	578
Leitungen für Kleinspannungsbeleuchtung .....	579
Kurzzeichen für Starkstromkabel, Farbkennzeichnung .....	580
Steckvorrichtungen der Energietechnik .....	581
Lötfreie Anschlusstechnik .....	582
Installationsrohre .....	583
Dosen der Elektroinstallation .....	584
Dübel .....	585
Bezeichnungsbeispiele für Schrauben, Muttern, Unterleg-, Sicherungselemente .....	586
Metrische ISO-Gewinde .....	587
Toleranzen und Passungen .....	588

## Teil BU: Betrieb und Umwelt ..... 589

Organisationsformen in Unternehmen .....	590
Organisation der Arbeit .....	591
Computerunterstützte Planung einer Elektroinstallation .....	592
Arbeitsplanung, Netzplantechnik .....	593
Arbeiten im Team .....	594
Umgang mit Konflikten .....	595
Business-Etikette .....	596
Prozesse analysieren und gestalten .....	597
Vorbereitung einer Präsentation .....	598
Präsentation eines Projekts .....	599
Durchführung von Projekten .....	600
Anwendung des Projektmanagements .....	601
Lastenheft, Pflichtenheft .....	602
Systematisches Marketing .....	603
Kommunikation mit Kunden .....	604
Durchführung von Kundens Schulungen .....	605
Bestandteile eines Tarifvertrags .....	606
Arbeitsschutzgesetz, Betriebssicherheitsverordnung .....	607
Rechtsgeschäfte im Betrieb .....	608
Rechtsformen von Unternehmen .....	609
Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen VOB .....	610
Begriffe der Kostenrechnung .....	611
Kosten und Kennzahlen .....	612
Kalkulation der Kosten .....	613
Erstellen eines Angebots .....	614
Begriffe des Qualitätsmanagements .....	615
Zertifizierung, Auditierung .....	616
Statistische Auswertung im Qualitätsmanagement .....	617
Wichtige Vorschriften im Bereich Umweltschutz .....	618
Umweltmanagement und Abfallwirtschaft .....	619
Gefährliche Stoffe .....	620
Gefahrenhinweise (H-Sätze) für Gefahrstoffe .....	621
Sicherheitshinweise (P-Sätze) für Gefahrstoffe .....	622
Klimaschutz .....	623

## Anhang ..... 624

Normen .....	624
Wichtige Normen .....	625
VDE-Normen .....	628
Glossar .....	631
Kurzformen von Fachbegriffen .....	635
Fachliches Englisch (Englisch-Deutsch) .....	638
Sachwortverzeichnis .....	644
Rechenregeln zum Umstellen von Formeln .....	U3



Lernfeld	Lernfeld (Aufgabe, z.T. gekürzt, angepasst wiedergegeben)	enthaltene im Hauptabschnitt (HA) vom Tabellenbuch Elektrotechnik		Prüfung Teil	
		HA	Seiten (Themen, Beispiele)	1	2
1	Elektrotechnische Systeme analysieren, Funktionen prüfen und Fehler beheben (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	G TM SE BU	Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren, RLC-Schaltungen Schaltzeichen, Stromlaufpläne, Kennlinien Arbeitssicherheit, Schutzmaßnahmen Durchführung von Projekten, Arbeitsplanung	X	X
2	Elektrische Systeme planen und installieren (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	TM EI  W	Installationspläne, Schaltzeichen Aus-, Serien-, Wechselschaltung, Hausanschluss, Beleuchtungstechnik, Gebäudesystemtechnik, Smart Home, Lichtmanagement, Spannungsfall Leitungen in Niederspannungsanlagen	X	X
3	Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	TM IK  AS	Schaltzeichen, Diagramme, Messgeräte, Sensoren Schaltalgebra, KV-Diagramm, digitale Zähler, Mikrocomputer, Bussysteme Verstärker, Schütze, SPS, Regelungstechnik	X	X
4	Informationstechnische Systeme bereitstellen (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	G TM  IK  SE	Filter, Kühlung, Überspannungsschutz DA-Umsetzer, AD-Umsetzer, analoge Informationsverarbeitung, Codeumsetzer, Oszilloskop Dualzahlen, Binär-codes, Funk-LAN, PROFINET, Industrial Ethernet, Internet-Zugang, Antennen Oberschwingungen, USV-Systeme	X	X
5	Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	G; TM  AS SE	Bezugspfeile, Wechselgrößen, aktive Bauelemente der Energietechnik, Lichtschranken Stromrichterschaltungen, Anschlussleistungen Freileitungen, Transformatoren, intelligente Stromnetze, HGU, Schutzmaßnahmen, Blitzschutz	X	X
6	Elektrotechnische Systeme/ Geräte und Baugruppen/Gebäudetechnische Systeme analysieren und prüfen	TM SE  IK; W	Schaltzeichen, Dokumentation, Messen Prüfen, Fehlerschutz, Schutzarten, Energieversorgung, Heizungssysteme, Hausgeräte, Meldeanlagen Schnittstellen; Leitungen, Steckverbinder	X	X
7	Steuerungen, Regelungen für Systeme/Anlagen programmieren, realisieren/Komponenten, Funktionen geb.techn. Systeme integrieren	TM AS  IK; EI	Schaltzeichen, Sensoren, Messwertfassung Aktoren, Ablaufsteuerungen, Kleinststeuerungen, SPS, Regelungstechnik, Drehzahlregelung Datenetze, PROFINET, Gateways; elektr. Installationen		X
8	Energiewandlungssysteme/ Antriebssysteme auswählen, integrieren/Schnittstellen von Komponenten gewerkeübergreifend analysieren	G TM  AS	Dreiphasenwechselstrom, Drehstrom Pneumatik, Hydraulik, Schaltzeichen, Dokumentation Antriebstechnik, Sicherheit von Maschinen, Motoren, sicherheitsbezogene Steuerungen		X
9	Kommunikationssysteme/in Wohn- und Zweckbauten/Gebäudetechn. Anlagen/Software geb.techn. Systeme planen, realisieren	TM EI  IK	Schaltpläne, Dokumentation über Anlagen KNX, Gebäudeautomation, Gefahrenmeldeanlagen, Smart Home, Mindestausstattung Modulationen, Netze, Signalübertragung		X
10	Elektrische Geräte, Anlagen der Haus-technik/Automatisierungstechnik/ Energietechnische Anlagen/Daten, Dienste geb.techn. Systeme planen, in Betrieb nehmen, übergeben	EI AS  IK SE	Hausanschluss, Leitungsberechnung, KNX, LED EU-Maschinenrichtlinie, Überspannungsschutz, Regelungstechnik, Steuerungstechnik Funksteuerung, Fernwirken, Gateways Hausgeräte, Energieeffizienz		X
11	Energietechnische Systeme/Automatisierte Anlagen errichten, in Betrieb nehmen und instand halten/ Geb.techn. Systeme projektieren	BU AS  BU	Umwelttechnik, Umgang mit Elektroschrott Überwachung der Stromkreise, Anlagendiagnose, Wartung, Instandhaltung Projektmanagement, Arbeitsschutz, Kalkulation		X
12	Energie- und gebäudetechnische Anlagen/Systeme der Automatisierungstechnik/Elektrotechnische Anlagen planen und realisieren/Geb.techn. Systeme warten, instand setzen	BU AS SE EI	Computerunterstützte Planung, Lastenheft, Pflichtenheft, Normen, Kalkulation der Kosten Steuerungen, Schützschaltungen, Instandsetzung Energieeffizienz, Schutzmaßnahmen Elektrische Installationen, Gebäudeautomation		X
13	Energie- und gebäudetechnische/automatisierte Systeme anpassen, dokumentieren/Elektrotechnische Systeme instand halten, ändern	SE IK AS EI	Photovoltaik, Qualität der Stromversorgung Anschluss an das Telefonnetz, Antennen Überlast- und Kurzschlusschutz, Antriebstechnik Gebäudeautomation, Smart Home		X

