



Grundlagen, Physik, Bauelemente

Übersicht 11

G



Technische Kommunikation, Messen

Übersicht 69

TM



Elektrische Installation

Übersicht 135

EI



Sicherheit, Energieversorgung

Übersicht 239

SE



Informations- und Kommunikationstechnik

Übersicht 363

IK



Automatisierung, Antriebe, Steuern und Regeln

Übersicht 423

AS



Werkstoffe, Verbindungen

Übersicht 527

W



Betrieb und Umwelt

Übersicht 561

BU

Vorwort zur 31. Auflage	4	Schutzbeschaltung von Dioden und Thyristoren ..	66
Lernfelder, Hauptabschnitte des Buches, Prüfungsteile	10	Bauelemente für Überspannungsschutz	67
		Kühlung von Halbleiter-Bauelementen	68
Teil G: Grundlagen, Physik, Bauelemente	11	Teil TM: Technische Kommunikation, Messen ..	69
Formelzeichen dieses Buches	12	Grafische Darstellung von Kennlinien	70
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches	13	Allgemeine technische Kommunikation	71
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen	14	Zeichnerische Darstellung von Körpern	72
Größen und Einheiten	15	Maßpfeile, besondere Darstellungen	73
Mathematische Zeichen	17	Maßeintragung, Schraffer	74
Gleichungssysteme	18	Geometrische Produktspezifikation (GPS)	76
Potenzen, Vorsätze, Logarithmen, Dreisatzrechnung	19	Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente ..	78
Verstärkung, Dämpfung, Pegel	20	Weitere funktionsbezogene Dokumente	79
Winkel, Winkelfunktionen, Prozentrechnen	21	Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente	80
Beziehungen zwischen den Winkelfunktionen	22	Kennzeichnungen in Schaltplänen	81
Längen und Flächen	23	Referenzkennzeichnung nach DIN EN IEC 81346 ..	83
Körper und Masse	24	Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen	84
Masse, Kraft, Druck, Drehmoment	25	Kontaktkennzeichnung in Verdrahtungsplänen ..	85
Bewegungslehre	26	Stromkreise und Schaltzeichen	86
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie	27	Allgemeine Schaltzeichen	87
Übersetzungen	28	Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen ..	88
Rollen, Aufhängung, Keile, Winden	29	Messinstrumente und Messgeräte	89
Wärme, Temperatur	30	Halbleiterbauelemente	90
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand ..	31	Binäre Elemente	91
Elektrisches Feld, Kondensator	32	Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschalgeräte	93
Magnetisches Feld, Spule	33	Audiumsetzer, Videoumsetzer und Antennenanlagen	94
Strom im Magnetfeld, Induktion	34	Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne	95
Elektrische und magnetische Feldstärken	35	Installationsschaltpläne	97
Wechselgrößen, Wellenlänge	36	Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne	98
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit	37	Spulen, Transformatoren, drehende Generatoren ..	99
Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls	38	Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser ..	100
Schaltungen von Widerständen	39	Drehstrommotoren und Anlasser	101
Grundsicherungen von Induktivitäten und Kapazitäten	40	Motoren mit Stromrichterspeisung	102
Reihenschaltung, Parallelschaltung von R, L, C ..	41	Vergleich von Schaltzeichen	103
Ersatz-Reihenschaltung, Ersatz-Parallelschaltung	43	Bildzeichen an elektrischen Betriebsmitteln ..	105
Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler	44	Hydraulische und pneumatische Elemente	106
Potenzimeter	45	Symbole der Verfahrenstechnik	107
Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung	46	Fließbilder	108
Schalten von Kondensatoren und Spulen	47	Arten von Diagrammen	109
Einfache Filter	48	Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder Anlagen	110
Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom)	49	Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung	111
Unsymmetrische Last, Netzwerkumwandlung, Brückenschaltung	50	Elektrische Messgeräte und Messwerke	112
Unsymmetrische gleichartige Belastung bei Dreiphasenwechselstrom	51	Piktogramme für die Messtechnik	113
Widerstände und Kondensatoren	52	Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung	114
Anwendungsgruppen und Aufbau von Kondensatoren	55	Messwandler	115
Halbleiterwiderstände	56	AC/DC-Größenerfassung	116
Kennzeichnung von Halbleiterbauelementen ..	57	Messungen in elektrischen Anlagen	117
Dioden	58	Niederspannungs-Leistungsmessgeräte	120
Feldefeffekttransistoren, IGBTs	59	Analoge Elektrizitätszähler	121
Bipolare Transistoren	60	Elektronische kWh-Zähler	122
Thyristor	61	Elektronische Haushaltszähler eHZ EDL und SMGW	123
Thyristorarten und Triggerdiode	62	Oszilloskope	124
Gleichrichterbegriffe	63	Messen mit dem Oszilloskop	125
Magnetfeldabhängige Bauelemente	64	Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren	126
Fotoelektronische Bauelemente	65	Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren	127
		Bewegungsmessung mit Sensoren	128
		Temperaturmessung mit Sensoren	129
		Optoelektronische Näherungsschalter (Lichtschranken)	130

Nahrungsschalter (Sensoren)	131
Ultraschall-Sensoren	132
Weitere Sensoren	133
Anschluss von Nahrungssensoren	134

Teil EI: Elektrische Installation 135

Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten ..	136
Arbeiten in elektrischen Anlagen	137
Werkstattausrustung	138
Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung	139
Ausschaltungen, Serienschaltung	140
Wechselschaltung, Kreuzschaltung	141
Ausführung von Installationsschaltungen	142
Treppenlichtzeitschalter, Hausklingelanlage mit Türöffner	143
Schaltungen mit Stromstoschaltern	144
Jalousieschaltungen	145
Einfache Tursprechanlagen mit Bussystem	147
Videoanlagen für Hauskommunikation	148
Ausführungen von Tursprechanlagen	149
Dimmen konventioneller Lampen	150
Dimmen von LED-Lichtquellen	151
Dimmen von Niedervolt-LED-Lichtquellen	152
Lichtmanagement mit DALI	153
Automatikschalter mit Wärme- und Helligkeitssensoren	154
Automatikschalter mit Ultraschall- Bewegungssensor	155
Feldarme Elektroinstallation	156
Gebäudeleittechnik und Gebaudeystemtechnik ..	157
Linien, Bereiche beim Installationsbus KNX-TP ..	159
Schaltzeichen des KNX	160
Systemkomponenten für den KNX-TP	161
Sensoren, Aktoren für den KNX-TP	162
Installationsbus mit FSK-Steuerung KNX-PL	164
Projektierung einer Smart-Home-Anlage	165
Projektierung und Inbetriebnahme beim KNX ..	166
Telegramm des KNX-Busses	168
Smart Home mit Busch-free@home	169
LON	171
LCN	173
Elektroinstallation mit Funksteuerung	174
Komponenten zur Funksteuerung	176
Gebäudeautomation über bestehende Stromleitungen	177
Verteilungssysteme	178
Planungsgrundsätze für elektrische Anlagen in Wohngebäuden	179
Leiter für Schutzmaßnahmen	180
Fundamenterde im Beton oder in Erde	181
Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich ..	182
Hauptleitungen in Wohnanlagen	184
Zahlerplatzinstallation	185
Elektrische Ausstattung in Wohngebäuden, Zählerplätze	186
Ausstattung an Kommunikationsanlagen in Wohngebäuden	187
Leitungsführung in Wohngebäuden	188
Induktivitätsbelag und Spannungsfall	190
Leitungsberechnung mit Verzweigung	191
Ablauf der Leitungsberechnung	192
Verlegearten für feste Verlegung	193
Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen ..	194
Ergänzungen zur Strombelastbarkeit	197
Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit	198

Leitungsberechnung bei Oberschwingungen	199
Verteilerstromkreis bei Oberschwingungen	200
Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit von Starkstromkabeln	201
Maximale Leitungslängen nach Spannungsfall ..	202
Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen	203
Maximale Leitungslängen bei Kurzschluss	204
Kabel- und Leitungslängen für Fehler- und Kurzschlusschutz	205
Überstrom-Schutzeinrichtungen	206
Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte	209
Orte mit Badewanne oder Dusche	210
Räume und Anlagen besonderer Art, Arbeiten unter Spannung	211
Saunaaanlagen, Schwimmbecken, begehbare Becken	212
Elektroinstallation in feuergefahrdeten Betriebsstatzen	213
Elektroinstallation in landwirtschaftlichen Betriebsstatzen	214
Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen	215
Elektroinstallation in Unterrichts-räumen mit Experimentiereinrichtungen	217
Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen	218
Energieversorgung von Werkstatzen und Maschinenhallen	219
Aufbau von Schaltschränken	220
Lichttechnik	221
Planung der Arbeitsstatzenbeleuchtung in Innenräumen	222
Wartungsfaktoren von Arbeitsstatzenbeleuchtungen	223
Beleuchtung und Blendung	224
Farbkennzeichnung von Leuchtmitteln	225
Kennzeichnung von Leuchten und Vorschaltgeräten, Leuchtenkennzahl	226
Berechnung der Leuchtenanzahl	227
Berechnung von Beleuchtungsanlagen	228
Lichttechnische Daten von Leuchten	229
Temperaturstrahler, Gasentladungslampen	230
Induktionslampen und Lichtwellenleiter	231
Schaltungen für Leuchtstofflampen	232
LED-Beleuchtung	233
LED-Leuchtröhren, LED-Module	235
Leuchtstofflampenersatz	236
Lichtwerbeanlagen für Niederspannung	237
Anlagen mit Leuchtröhren	238

Teil SE: Sicherheit, Energieversorgung 239

Persönliche Schutzausrüstung (PSA), Sicherheitsfarben	240
Zeichen zur Unfallverhütung	241
Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit	245
Beruhrungsarten, Stromgefahrdung, Fehlerarten	246
Weitere Stromgefahrdungen	247
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen	248
Schutz gegen elektrischen Schlag	249
Differenzstromgerate RCD, RCM	250
Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung	251
Weitere Schutzmaßnahmen	253
Koordination elektrischer Betriebsmittel	254

Fehlerströme und RCDs bei	
Stromrichterschaltungen	255
Überwachung der Endstromkreise	256
Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten	
Anlagen	257
Prüfungen nach DIN VDE 0100 Teil 600	258
Prüfung der Schutzmaßnahmen	259
Wiederkehrende Prüfungen	261
Reparatur und Wiederholungsprüfung	
elektrischer Geräte	262
Prüfen von elektrischen Maschinen und Anlagen	266
Inhalt eines Prüfprotokolls	268
Prüfungen bei Transformatoren, Drosselspulen	269
Berechnung von Transformatoren	270
Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren	271
Kleintransformatoren	272
Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von	
Transformatoren	273
Transformatoren für Drehstrom	274
Transformatoren in Parallelbetrieb	275
Netze der Energietechnik	276
Anschluss von Kundenanlagen an	
Höchstspannungsnetze	277
Freileitungen	278
Freileitungsnetze	279
Kabel für die Energieverteilung	280
Schalter in Energienetzen	281
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGÜ	282
Verlegen von Erdkabeln	283
Kraftwerksarten	284
Drehende Generatoren	285
Windkraftanlagen	286
Eigenerzeugungsanlagen	287
Fotovoltaik	289
Blitz- und Überspannungsschutz bei	
Fotovoltaikanlagen	291
PV-Anlagen mit Batterie-Speichersystem	292
Speicher für Fotovoltaikanlagen	293
Wechselrichter für PV-Anlagen und	
Batteriesysteme	294
Prüfungen und Prüfristen bei Fotovoltaikanlagen	295
Energieertrag bei Fotovoltaikanlagen	296
Brennstoffzellen	297
Weitere Anlagen für erneuerbare Energien	298
Intelligente Stromnetze	299
Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen	300
Messumformer in Smart-Grid-Anlagen	301
Regelung der Netzspannung	302
Regelung der Netzfrequenz	303
Qualität der Stromversorgung	304
Merkmale der Versorgungsspannung	305
Oberschwingungen OS	306
THD-Werte von Oberschwingungen	307
Messen von Oberschwingungen OS	308
Kompensation	309
Kompensation der Blindleistung	310
Stromhandel	312
Notstromversorgung und Notbeleuchtung	313
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV-	
Anlagen)	314
USV-Systeme (Unterbrechungsfreie	
Stromversorgungssysteme)	315
Energieversorgung für Baustellen	316
Ladestationen für Elektrofahrzeuge	317
Anschlüsse und Antriebe von Elektrofahrzeugen	318
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	319

Elektromagnetische Störungen EMI	320
Maßnahmen gegen EMIs	321
EMV und Potenzialausgleich	322
Innerer Blitzschutz	323
Äußerer Blitzschutz	324
Fangeinrichtungen und Ableitungen	326
Elektrochemie	327
Korrosion	328
Primärelemente (Batterien)	329
Akkumulatoren (Sekundärelemente)	330
Ladetechniken für Akkumulatoren	331
Energie ernten für Sensoren und Aktoren	332
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel, ENEC-	
Zeichen	333
Explosionsschutz, ATEX-Kennzeichnung	334
IK-Code, IC-Code	335
Melde- und Überwachungsanlagen	336
Sicherheitstechnik in Gebäuden	337
Rauchwarnmelder RWM	338
Brandschutzschalter	339
Risiko-, Sicherheitsbewertung zum Einsatz von	
AFDDs	340
Brandschutz	341
Brandschutztechnische Anforderungen an	
Leitungsanlagen	342
Brandmeldeanlagen	343
Gefahrenmeldeanlagen	344
Einbruchmeldeanlage EMA	345
Video-Überwachung	346
Raumheizung	347
Umschlossene Heizungssysteme	348
Klimatisierung von Räumen	349
Klimatisierung von Schaltschränken	350
Kochstellen für Elektroherde	351
Warmwassergeräte	352
Hausgeräte	353
Elektrische Energieeffizienz	354
Punktesystem für die Energieeffizienz	
elektrischer Anlagen	355
Energiemanagement von industriellen Anlagen	356
Ermittlung des Energieverbrauchskenwertes	
von Gebäuden	357
Energieeffizienzklasse von Geräten	358
Energie-Einsparpotenziale	360
Wärmepumpe	361
Stromtarife	362

Teil IK: Informations- und Kommunikationstechnik 363

Digitalisierung (Industrie 4.0)	364
Internet of Things (IIoT und IoT)	365
Künstliche Intelligenz KI	366
Automatisierungspyramide	367
EU-Gesetze und EU-Richtlinien zum Datenschutz	368
Sichern und Schützen von Daten	369
Dualzahlen und Binärcodes	370
Sedezimalzahlen und Oktalzahlen	371
ASCII-Code und Unicode	372
Binäre Verknüpfungen	373
Schaltalgebra	374
Entwicklung von Schaltnetzen	375
Codeumsetzer	376
Komparatoren und bistabile Kippschaltungen	377
Digitale Zähler und Schieberegister	378
DA-Umsetzer und AD-Umsetzer	379

Lernfeld	Lernfeld (Aufgabe, z.T. gekürzt, angepasst wiedergegeben)	enthalten 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	Widerstände, Kondensatoren, Dioden, Transistoren, RLC-Schaltungen Schaltzeichen, Stromlaufpläne, Kennlinien Arbeitssicherheit, Schutzmaßnahmen Durchführung von Projekten, Arbeitsplanung	X	X
		TM			
		SE BU			
2	Elektrische Systeme planen und installieren (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	TM	Installationspläne, Schaltzeichen Aus-, Serien-, Wechselschaltung, Hausanschluss, Beleuchtungstechnik, Gebäudesystemtechnik, Smart Home, Lichtmanagement, Spannungsfall Leitungen in Niederspannungsanlagen	X	X
		EI			
		W			
3	Steuerungen und Regelungen analysieren und realisieren (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	TM	Schaltzeichen, Diagramme, Messgeräte, Sensoren Schaltalgebra, KV-Diagramm, digitale Zähler, Mikrocomputer, Bussysteme Verstärker, Schütze, SPS, Regelungstechnik	X	X
		IK			
		AS			
4	Informationstechnische Systeme bereitstellen (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	G	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
		TM			
		IK			
		SE			
5	Elektroenergieversorgung und Sicherheit von Anlagen und Geräten konzipieren (für alle o.g. Ausbildungsberufe)	TM	Batterien, Bezugspfeile, Wechselgrößen, aktive Bauelemente der Energietechnik, Transformatoren, Stromrichterschaltungen Freileitungen, intelligente Stromnetze, HGÜ, Schutzmaßnahmen, Blitzschutz, Lichtschranken	X	X
		SE			
6	Elektrotechnische Systeme/ Geräte und Baugruppen/Gebäudetechnische Systeme analysieren und prüfen	TM	Halbleiterspeicher, optische Speicher, Messen Schnittstellen, Wärmepumpe, Prüfen, Fehlerschutz, Schutzarten, Energieversorgung Leitungen, Steckverbinder	X	X
		SE			
		W			
7	Steuerungen, Regelungen für Systeme/Anlagen programmieren, realisieren/Komponenten, Funktionen geb.techn. Systeme integrieren	TM	Schaltzeichen, Sensoren, Messwerterfassung Aktoren, Ablaufsteuerungen, Kleinsteuerungen, SPS, Regelungstechnik, Drehzahlregelung Datenetze, PROFINET, Gateways; elektr. Installationen		X
		AS			
8	Energiewandlungssysteme/ Antriebssysteme auswählen, integrieren/Schnittstellen von Komponenten gewerkeübergreifend analysieren	G	Dreiphasenwechselstrom, Drehstrom Pneumatik, Hydraulik, Schaltzeichen, Dokumentation Antriebstechnik, Sicherheit von Maschinen, Motoren, sicherheitsbezogene Steuerungen		X
		TM			
		AS			
9	Kommunikation von Systemen in Wohn- und Zweckbauten/Gebäudetechn. Anlagen/Software geb.techn. Systeme planen, realisieren	TM	Schaltpläne, Dokumentation über Anlagen KNX, Gebäudeautomation, Gefahrenmeldeanlagen, Smart Home, Mindestausstattung Modulationen, Netze, Signalübertragung		X
		EI			
		IK			
10	Elektrische Geräte, Anlagen der Haustechnik/Energietechnische Anlagen/Daten, Dienste geb.techn. Systeme planen, in Betrieb nehmen, übergeben	EI	Hausanschluss, Leitungsberechnung, KNX, LED EU-Maschinenrichtlinie, Überspannungsschutz, Regelungstechnik Funksteuerung, Fernwirken, Gateways Hausgeräte, Energieeffizienz	X	
		AS			
		IK SE			
11	Energietechnische Systeme/Automatisierte Anlagen errichten, in Betrieb nehmen und instand halten/ Geb.techn. Systeme projektieren	BU	Umwelttechnik, Umgang mit Elektroschrott Überwachung der Stromkreise, Anlagendiagnose, Materialflusssysteme, Wartungspläne Projektmanagement, Arbeitsschutz, Kalkulation		X
		AS			
		BU			
12	Energie- und gebäudetechnische Anlagen/Elektrotechnische Anlagen planen und realisieren/Geb.techn. Systeme warten, instand setzen	BU	Computerunterstützte Planung, Lastenheft, Pflichtenheft, Normen, Kalkulation der Kosten Kleinsteuerungen, Schützschaltungen Energieeffizienz, Schutzmaßnahmen Elektrische Installationen, Gebäudeautomation		X
		AS			
		SE			
		EI			
13	Energie- und gebäudetechnische Systeme anpassen, dokumentieren/ Elektrotechnische Systeme instand halten, ändern	SE	Fotovoltaik, Qualität der Stromversorgung Anschluss an das Telefonnetz, Antennen Überlast- und Kurzschlusschutz, Antriebstechnik Gebäudeautomation, Smart Home		X
		IK			
		AS			
		EI			