

Vorwort zur 29. Auflage ..... 4  
 Literaturverzeichnis ..... 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  
 Logarithmisches Maß Dezibel ..... 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, Keile, Winden ..... 28  
 Wärme ..... 29  
 Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand ..... 30  
 Elektrische Leistung, elektrische Arbeit ..... 31  
 Elektrisches Feld, Kondensator ..... 32  
 Wechselgrößen, Wellenlänge ..... 33  
 Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls ..... 34  
 Magnetisches Feld, Spule ..... 35  
 Strom im Magnetfeld, Induktion ..... 36  
 Schaltungen von Widerständen ..... 37  
 Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler ..... 38  
 Potenziometer ..... 39  
 Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung ..... 40  
 Grundschaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten ..... 41  
 Schalten von Kondensatoren und Spulen ..... 42  
 Reihenschaltung von  $R, L, C$  ..... 43  
 Parallelschaltung von  $R, L, C$  ..... 44  
 Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung ..... 45  
 Einfache Filter ..... 46  
 Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) ..... 47  
 Unsymmetrische Last, Netzwerkwandlung, Brückenschaltung ..... 48  
 Unsymmetrische gleichartige Belastung bei Dreiphasenwechselstrom ..... 49  
 Widerstände und Kondensatoren ..... 50  
 Farbkennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren ..... 51  
 Bauarten von Widerständen und Kondensatoren ..... 52  
 Anwendungsgruppen und Aufbau von Kondensatoren ..... 53  
 Halbleiterwiderstände ..... 54  
 Dioden ..... 55  
 Feldeffekttransistoren, IGBTs ..... 56  
 Bipolare Transistoren ..... 57  
 Thyristor ..... 58  
 Thyristorarten und Triggerdiode ..... 59  
 Gleichrichterbegriffe ..... 60

Gehäuseformen von Dioden, Transistoren und IC ..... 61  
 Magnetfeldabhängige Bauelemente ..... 62  
 Fotoelektronische Bauelemente ..... 63  
 Schutzbeschaltung von Dioden und Thyristoren ..... 64  
 Bauelemente für Überspannungsschutz ..... 65  
 Kühlung von Halbleiter-Bauelementen ..... 66

**Teil TM: Technische Dokumentation, Messen .. 67**

Grafische Darstellung von Kennlinien ..... 68  
 Allgemeines technisches Zeichnen ..... 69  
 Zeichnerische Darstellung von Körpern ..... 70  
 Maßpfeile, besondere Darstellungen ..... 71  
 Maßeintragung ..... 72  
 Maßeintragung, Schraffur ..... 73  
 Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente .. 74  
 Weitere funktionsbezogene Dokumente ..... 75  
 Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente ..... 76  
 Kennbuchstaben der Objekte (Betriebsmittel) in Schaltplänen ..... 77  
 Kennzeichnungen in Schaltplänen ..... 78  
 Anwenden der Referenzkennzeichnung nach DIN EN 81346 in Anlagen ..... 80  
 Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen ..... 81  
 Stromkreise und Schaltzeichen ..... 82  
 Allgemeine Schaltzeichen ..... 83  
 Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen ..... 84  
 Messinstrumente und Messgeräte ..... 85  
 Halbleiterbauelemente ..... 86  
 Binäre Elemente ..... 87  
 Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschalengeräte ..... 89  
 Audiomsetzer, Videomsetzer und Antennenanlagen ..... 90  
 Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne ..... 91  
 Installationsschaltpläne ..... 93  
 Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne ..... 94  
 Spulen, Transformatoren, drehende Generatoren ..... 95  
 Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser ..... 96  
 Drehstrommotoren und Anlasser ..... 97  
 Motoren mit Stromrichterspeisung ..... 98  
 Vergleich von Schaltzeichen ..... 99  
 Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln (Beispiele) ..... 101  
 Hydraulische und pneumatische Elemente ..... 102  
 Symbole der Verfahrenstechnik ..... 103  
 Kennzeichnung in elektropneumatischen Steuerungen ..... 104  
 Elektropneumatische Grundschaltungen ..... 105  
 Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder Anlagen ..... 106  
 Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung ..... 107  
 Elektrische Messgeräte und Messwerke ..... 108  
 Piktogramme für die Messtechnik ..... 109  
 Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung ..... 110  
 Messbereichserweiterung ..... 111  
 AC/DC-Größenerfassung ..... 112  
 Messungen in elektrischen Anlagen ..... 113  
 Niederspannungs-Leistungsmessgeräte ..... 116  
 Elektrizitätszähler, Niederspannungs-Leistungsmessgeräte ..... 117  
 Elektronische kWh-Zähler ..... 118

Elektronische Haushaltszähler eHZ EDL und SMGW .....	119	Hauptleitungen in Wohnanlagen .....	176
Oszilloskope .....	120	Zählerplatzeinrichtung .....	177
Messen mit dem Oszilloskop .....	121	Elektrische Mindestausstattung in Wohngebäuden, Zählerplätze .....	178
Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren	122	Mindestausstattung an Kommunikationsanlagen in Wohngebäuden .....	179
Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren	123	Leitungsführung in Wohngebäuden .....	180
Bewegungsmessung mit Sensoren .....	124	Leitungsberechnung ohne Verzweigung .....	181
Temperaturmessung mit Sensoren .....	125	Leitungsberechnung mit Verzweigung .....	183
Optoelektronische Näherungsschalter (Lichtschranken) .....	126	Induktivitätsbelag und Spannungsfall .....	184
Näherungsschalter (Sensoren) .....	127	Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen .....	185
Ultraschall-Sensoren .....	128	Maximale Leitungslängen nach Spannungsfall ..	186
Weitere Sensoren .....	129	Verlegearten für feste Verlegung .....	187
Anschluss von Näherungssensoren der Steuerungstechnik .....	130	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen bei $\theta_U = 25\text{ °C}$ .....	188
<b>Teil EI: Elektrische Installation .....</b>	<b>131</b>	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen bei $\theta_U = 30\text{ °C}$ .....	189
Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten ..	132	Strombelastbarkeiten für Kabel und Leitungen für feste Verlegung .....	190
Arbeiten in elektrischen Anlagen .....	133	Ergänzungen zur Strombelastbarkeit .....	191
Werkstattausrüstung .....	134	Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit	192
Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung .....	135	Leitungsberechnung bei Oberschwingungen .....	193
Ausschaltungen, Serienschaltung .....	136	Verteilerstromkreis bei Oberschwingungen OS ..	194
Wechselschaltung, Kreuzschaltung .....	137	Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit von Starkstromkabeln .....	195
Reale Ausführung von Installationsschaltungen ..	138	Trennklassen der Kommunikationsverkabelung ..	196
Treppenlichtzeitschalter, Hausklingelanlage mit Türöffner .....	139	Überstrom-Schutzeinrichtungen (Niederspannungssicherungen) .....	197
Schaltungen mit Stromstoßschaltern .....	140	Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte .....	200
Jalousieschaltungen .....	141	Orte mit Badewanne oder Dusche .....	201
Zweidraht-Türsprechanlagen .....	143	Räume und Anlagen besonderer Art, Arbeiten unter Spannung .....	202
Videoanlagen für Hauskommunikation .....	144	Saunaanlagen, Schwimmbecken, begehbare Becken .....	203
Türsprechanlagen .....	145	Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten .....	204
Dimmen konventioneller Lampen .....	146	Elektroinstallation in landwirtschaftlichen Betriebsstätten .....	205
Konventionelle Tastdimmer, Dimmertypen .....	147	Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen .....	206
Dimmen von LED-Lichtquellen .....	148	Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen .....	208
Lichtmanagement mit DALI .....	149	Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen .....	209
Automatikschalter mit Wärmesensor .....	150	Energieversorgung von Werkstätten und Maschinenhallen .....	210
Automatikschalter mit Ultraschall-Bewegungssensor .....	151	Aufbau von Schaltschränken .....	211
Elektroinstallation mit Niedervolt-Halogenglühlampen .....	152	Lichttechnik .....	212
Feldarme Elektroinstallation .....	153	Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung in Innenräumen .....	213
Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik	154	Wartungsfaktoren von Arbeitsstättenbeleuchtungen .....	214
Linien und Bereiche beim Installationsbus KNX-TP .....	155	Berechnung von Beleuchtungsanlagen .....	215
Schaltzeichen des KNX .....	156	Beleuchtung und Blendung .....	216
Systemkomponenten für den KNX-TP .....	157	Leuchtstofflampen für AC 230 V .....	217
Sensoren für den KNX-TP .....	158	Temperaturstrahler, Gasentladungslampen .....	218
Aktoren für den KNX-TP .....	159	Energiesparlampen, Farbwiedergabe .....	219
Installationsbus mit FSK-Steuerung KNX-PL .....	160	Induktionslampen und Lichtwellenleiter .....	220
Projektierung einer Smart-Home-Anlage .....	161	EVG für Leuchtstofflampen .....	221
Projektierung und Inbetriebnahme beim KNX ..	162	LED-Beleuchtung .....	222
Smart Home mit Busch-free@home .....	164	LED-Leuchtmittel .....	223
Busch-free@home-Komponenten .....	165	LED-Leuchtröhren, LED-Module .....	224
LON .....	166	Lichttechnische Daten von Leuchten .....	225
LON-Komponenten .....	167		
LCN .....	168		
Elektroinstallation mit Funksteuerung .....	169		
Komponenten zur Funksteuerung .....	171		
Gebäudeautomation über bestehende Stromleitungen .....	172		
Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich ..	173		
Hausanschluss und Aufteilung des PEN-Leiters ..	174		
Fundamenterder im Beton oder in Erde .....	175		

Leuchtstofflampenersatz .....	226
Lichtwerbeanlagen mit Niederspannung .....	227
Leuchtröhrenanlagen .....	228

**Teil SE: Sicherheit, Energieversorgung .....** **229**

Persönliche Schutzausrüstung (PSA), Sicherheitsfarben .....	230
Zeichen zur Unfallverhütung .....	231
Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit .....	235
Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten	236
Weitere Stromgefährdungen .....	237
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen .....	238
Verteilungssysteme .....	239
Schutz gegen elektrischen Schlag	240
Differenzstromgeräte RCD, RCM .....	241
Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung .....	242
Weitere Schutzmaßnahmen .....	244
Koordination elektrischer Betriebsmittel .....	245
Fehlerströme und RCDs bei Stromrichterschaltungen .....	246
Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten Anlagen .....	247
Leiter für Schutzmaßnahmen .....	248
Prüfungen nach DIN VDE 0100 Teil 600 .....	249
Prüfung der Schutzmaßnahmen .....	250
Wiederkehrende Prüfungen .....	252
Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte .....	253
Geräteprüfung nach Instandsetzung oder Änderung .....	256
Prüfen von elektrischen Maschinen und Anlagen Transformatoren und Drosselspulen, Prüfung der Isolation .....	257
Berechnung von Transformatoren .....	259
Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren ..	260
Kleintransformatoren .....	261
Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von Transformatoren .....	262
Transformatoren für Drehstrom .....	263
Transformatoren in Parallelbetrieb .....	264
Netze der Energietechnik .....	265
Freileitungen .....	266
Freileitungsnetze .....	267
Kabel für die Energieverteilung .....	268
Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung HGÜ	269
Verlegen von Erdkabeln .....	270
Kraftwerksarten .....	271
Drehende Generatoren .....	272
Eigenerzeugungsanlagen .....	273
Windkraftanlagen .....	275
Fotovoltaik .....	276
Fotovoltaikanlagen .....	277
Intelligente Stromnetze .....	278
Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen ..	279
Stromhandel .....	281
Brennstoffzellen .....	282
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel, ENEC- Zeichen .....	283
Explosionsschutz, ATEX-Kennzeichnung .....	284
IK-Code, IC-Code .....	285
Elektrochemie .....	286
Primärelemente (Batterien) .....	287

Akkumulatoren (Sekundärelemente) .....	288
Ladetechniken für Akkumulatoren .....	289
Energie ernten für Sensoren und Aktoren .....	290
Notstromversorgung und Notbeleuchtung .....	291
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV- Anlagen) .....	292
USV-Systeme (Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme) .....	293
Energieversorgung für Baustellen .....	294
Ladestationen für Elektrofahrzeuge .....	295
Elektrische und magnetische Feldstärken .....	296
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV .....	297
Elektromagnetische Störungen EMI .....	298
Maßnahmen gegen EMIs .....	299
Innerer Blitzschutz .....	300
Äußerer Blitzschutz .....	301
Fangeinrichtungen und Ableitungen .....	303
Qualität der Stromversorgung .....	304
Oberschwingungen OS .....	305
Messen von Oberschwingungen OS .....	306
THD-Werte von Oberschwingungen .....	307
Regelung der Netzspannung .....	308
Regelung der Netzfrequenz .....	309
Kompensation .....	310
Kompensation der Blindleistung .....	311
Überwachung der Endstromkreise .....	313
Melde- und Überwachungsanlagen .....	314
Sicherheitstechnik in Gebäuden .....	315
Rauchwarnmelder RWM .....	316
Brandschutzschalter .....	317
Brandschutz .....	318
Brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen .....	319
Brandmeldeanlagen .....	320
Gefahrenmeldeanlagen .....	321
Einbruchmeldeanlage EMA .....	322
Video-Überwachung .....	323
Raumheizung .....	324
Umschlossene Heizungssysteme .....	325
Klimatisierung von Räumen .....	326
Klimatisierung von Schaltschränken .....	327
Kochstellen für Elektroherde .....	328
Warmwassergeräte .....	329
Hausgeräte .....	330
CE-Kennzeichnung .....	331
Elektrische Energieeffizienz .....	332
Ermittlung des Energieverbrauchskennwertes von Gebäuden .....	333
Energieeffizienzklasse von Geräten .....	334
Energie-Einsparpotenziale .....	336
Wärmepumpe .....	337
Stromtarife .....	338

**Teil IK: Informations- und Kommunikationstechnik .....** **339**

Digitalisierung (Industrie 4.0) .....	340
Internet of Things (IIoT und IoT) .....	341
Dualzahlen und Binärcodes .....	342
Sedezimalzahlen und Oktalzahlen .....	343
ASCII-Code und Unicode .....	344
Binäre Verknüpfungen .....	345
Schaltalgebra .....	346
Entwicklung von Schaltnetzen .....	347

Automatisierungstechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Baumann u. a.
Betrieb von elektrischen Anlagen	VDE-Verlag, Berlin	DIN VDE 0105
Digitale Übertragungstechnik	Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden	Gerdsen
Drehzahlvariable Drehstromantriebe mit Asynchronmotoren	VDE-Verlag, Berlin	Budig
Einführung in die Elektroinstallation	Verlag Hüthig, München/Heidelberg	H. Häberle
Elektrische Niederspannungsanlagen von Gebäuden	VDE-Verlag, Berlin	DIN VDE 0100
Elektrische Anlagen in Wohngebäuden	Beuth-Verlag, Berlin	DIN 18015
Fachwissen Betriebs- und Antriebstechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Fritsche u. a.
Fachwissen Umwelttechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	C. D. Paul u. a.
Elektrische Energieversorgung	Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden	Heuck u. a.
Elektrische Messgeräte und Messverfahren	Springer-Verlag, Berlin	Jahn u. a.
EMV nach VDE 0100	VDE-Verlag, Berlin	Rudolph u. a.
Fachkunde Elektrotechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Tkocz u. a.
Fachkunde Industrieelektronik und Informationstechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Grimm u. a.
Formeln für Mechatroniker	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	G. Häberle u. a.
Handbuch Elektromagnetische Verträglichkeit	VDE-Verlag GmbH, Berlin	Habiger u. a.
Handbuch Elektrotechnik	Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden	Böge u. a.
IT-Handbuch	Westermann-Schulbuchverlag, Braunschweig	Hübscher u. a.
Leistungselektronik	Carl Hanser Verlag, München	Bystron
Moderne Leistungselektronik und Antriebe	VDE-Verlag, Berlin	Hofer
Netzurückwirkungen	VDE-Verlag, Berlin, und VVEW-Energieverlag, Frankfurt a.M.	Hörmann u. a.
Optische Übertragungstechnik	Verlag Hüthig, München/Heidelberg	Wrobel u. a.
Professionelle Stromversorgung	Franzis-Verlag GmbH, München	Freyer
Praxis Elektrotechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Feustel u. a.
Schutz durch DIN VDE	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Fritsche u. a.
Tabellenbuch Automatisierungstechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Dahlhoff u. a.
Tabellenbuch industrielle Computertechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Grimm u. a.
Tabellenbuch Informations-, Geräte-, System- und Automatisierungstechnik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	Burgmaier u. a.
Tabellenbuch Mechatronik	Verlag Europa-Lehrmittel, Haan-Gruiten	H. Dahlhoff u. a.
Transformatoren	VDE-Verlag, Berlin, und VVEW-Energieverlag, Frankfurt a.M.	Janus u. a.