

## Inhaltsverzeichnis Contents

Lernfelderauswahl .....	9	Magnetfeldabhängige Bauelemente .....	62
Literaturverzeichnis .....	10	Fotoelektronische Bauelemente .....	63
<b>Teil G:</b>		Schutzbeschaltung von Dioden und Transistoren .....	64
<b>Mathematik, Physik, Schaltungstheorie,</b>		Bauelemente für den Überspannungsschutz .....	65
<b>Bauelemente .....</b>	<b>11</b>	Kühlung von Halbleiter-Bauelementen .....	66
Formelzeichen dieses Buches .....	12	<b>Teil TM:</b>	
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches .....	13	<b>Technische Dokumentation, Messen .....</b>	<b>67</b>
Internationale Formelzeichen .....	14	Grafische Darstellung von Kennlinien .....	68
Größen und Einheiten .....	15	Allgemeines Technisches Zeichnen .....	69
Mathematische Zeichen .....	17	Zeichnerische Darstellung von Körpern .....	70
Potenzen, Vorsätze, Logarithmen, Dreisatzrechnung .....	18	Maßpfeile, besondere Darstellungen .....	71
Winkel, Winkelfunktionen, Prozentrechnen .....	19	Maßeintragung .....	72
Beziehungen zwischen den Winkelfunktionen .....	20	Maßeintragung, Schraffur .....	73
Längen und Flächen .....	21	Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente .....	74
Körper und Masse .....	22	Weitere funktionsbezogene Dokumente .....	75
Masse, Kraft, Druck, Kraftmoment .....	23	Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente .....	76
Bewegungslehre .....	24	Kennzeichnung in Schaltplänen .....	77
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie .....	25	Kennbuchstaben der Objekte (Betriebsmittel) .....	78
Übersetzungen .....	26	Unterklassen für Aufgaben von Objekten .....	79
Rollen, Keile, Winden .....	27	Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen .....	80
Wärme .....	28	Schaltzeichen .....	81
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand .....	29	Allgemeine Schaltzeichen .....	82
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit .....	30	Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen .....	83
Elektrisches Feld, Kondensator .....	31	Messinstrumente und Messgeräte .....	84
Wechselgrößen, Wellenlänge .....	32	Halbleiterbauelemente .....	85
Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls .....	33	Binäre Elemente .....	86
Magnetisches Feld, Spule .....	34	Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschaltgeräte .....	88
Elektrische Feldstärken und magnetische Feldstärken .....	35	Elektroakustische Umsetzer und Antennenanlagen .....	89
Strom im Magnetfeld, Induktion .....	36	Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne .....	90
Schaltung von Widerständen .....	37	Installationsschaltpläne .....	92
Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler .....	38	Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne .....	93
Potenziometer .....	39	Spulen, Transformatoren, Transduktor, drehende Generatoren .....	94
Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung .....	40	Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser .....	95
Grundsaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten .....	41	Drehstrommotoren und Anlasser .....	96
Schalten von Kondensatoren und Spulen .....	42	Motoren mit Stromrichterspeisung .....	97
Reihenschaltung von $R$ , $L$ , $C$ .....	43	Vergleich von Schaltzeichen .....	98
Parallelschaltung von $R$ , $L$ , $C$ .....	44	Hydraulische und pneumatische Elemente .....	100
Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung .....	45	Symbole der Verfahrenstechnik .....	101
Einfache Filter .....	46	Erstellen einer Dokumentation über Geräte und Anlagen .....	102
Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) .....	47	Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung .....	103
Unsymmetrische Last, Netzwerkumwandlung, Brückenschaltung .....	48	Elektrische Messgeräte und Messwerke .....	104
Oberschwingungen .....	49	Piktogramme für die Messtechnik .....	105
Widerstände und Kondensatoren .....	50	Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung .....	106
Farbkennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren .....	51	Messbereichserweiterung .....	107
Bauarten von Widerständen und Kondensatoren .....	52	Messung in elektrischen Anlagen .....	108
Anwendungsgruppen und Aufbau von Kondensatoren .....	53	Niederspannungs-Schaltungen für Leistungsmessgeräte .....	110
Halbleiterwiderstände .....	54	Elektrizitätszähler .....	111
Gleichrichterbegriffe .....	55	Elektronische kWh-Zähler .....	112
Dioden .....	56	Oszilloskop .....	113
Feldeffekttransistoren, IGBT .....	57	Messen mit dem Oszilloskop .....	114
Bipolare Transistoren .....	58	Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren .....	115
Thyristor .....	59	Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren .....	116
Thyristorarten und Triggerdiode .....	60	Bewegungsmessung mit Sensoren .....	117
Gehäuseformen von Dioden, Transistoren und ICs .....	61	Temperaturmessung mit Sensoren .....	118
		<b>Teil EI:</b>	
		<b>Elektrische Installation .....</b>	<b>119</b>
		Arbeiten in elektrischen Anlagen .....	120
		Werkstattausrüstung .....	121

Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung .....	122	Energieversorgung von Werkstätten und	
Ausschaltung, Serienschaltung .....	123	Maschinenhallen .....	177
Wechselschaltung, Kreuzschaltung .....	124	Lichttechnik .....	178
Treppenlichtzeitschalter, Hausklingelanlage mit		Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung von	
Türöffner .....	125	Innenräumen .....	179
Schaltungen mit Stromstoßschaltern .....	126	Wartungsfaktoren von Arbeitsstätten-	
Jalousieschaltungen .....	127	beleuchtung .....	180
Sprechanlagen .....	129	Berechnung von Beleuchtungsanlagen .....	181
Zweidraht-Türsprechanlagen .....	130	Beleuchtung und Blendung .....	182
Lampenschaltungen mit Dimmern .....	131	Glühlampen, Metalldampf lampen .....	183
Tastdimmer, Dimmertypen .....	132	Energiesparlampen, Farbwiedergabe .....	184
Automatikschalter mit Wärmesensor .....	133	Induktionslampen und Lichtleiter .....	185
Automatikschalter mit Ultraschall-Bewegungs-		Leuchtstofflampen für 230 V .....	186
sensor .....	134	Elektronische Vorschaltgeräte EVG für	
Elektroinstallation mit Niedervolt-		Leuchtstofflampen .....	187
Halogenlampen .....	135	Schaltungen von Entladungslampen .....	188
Feldarme Elektroinstallation .....	136	LED-Beleuchtung .....	189
Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik .....	137	LED-Leuchtmittel .....	190
Linien und Bereiche des KNX .....	138	Lichttechnische Daten von Leuchten .....	191
Schaltzeichen des KNX .....	139	Leuchtröhrenanlagen .....	192
Systemkomponenten zum KNX .....	140		
Spezielle Aktoren und Systemgeräte zum KNX .....	141	<b>Teil SE:</b>	
Sensoren für den KNX .....	142	<b>Sicherheit, Energieversorgung</b> .....	191
Aktoren für den KNX .....	143	Erste Hilfe am Arbeitsplatz .....	194
Installationsbus mit FSK-Steuerung .....	144	Persönliche Schutzausrüstung PSA .....	195
Projekti erung und Inbetriebnahme beim KNX .....	145	Zeichen zur Unfallverhütung .....	196
LON .....	146	Zeichen und Farben der Unfallverhütung .....	197
LON-Komponenten .....	147	Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit .....	198
Elektroinstallation mit Funksteuerung .....	148	Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten .....	199
LCN .....	150	Schutzmaßnahmen, Schutzklassen .....	200
Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich .....	151	Verteilungssysteme (Netzformen) .....	201
Hauptleitungen in Wohnanlagen .....	152	Schutz gegen elektrischen Schlag .....	202
Zählerplatzinstallation .....	153	Differenzstromgeräte .....	203
Elektrische Mindestausstattung in		Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der	
Wohngebäuden, Zählerplätze .....	154	Stromversorgung .....	204
Leitungsführung in Wohngebäuden .....	155	Weitere Schutzmaßnahmen .....	205
Leitungsberechnung ohne Verzweigung .....	156	Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten	
Leitungsberechnung mit Verzweigung .....	158	Anlagen .....	206
Überlastschutz und Kurzschlusschutz von		Leiter für die Schutzmaßnahmen .....	207
Leitungen .....	159	Prüfung der Schutzmaßnahmen .....	208
Verlegearten für feste Verlegung .....	160	Wiederkehrende Prüfungen .....	209
Strombelastbarkeit für Kabel und Leitungen		Instandsetzung, Änderung und Prüfung	
bei $\vartheta_U = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	161	elektrischer Geräte .....	210
Strombelastbarkeit für Kabel und Leitungen		Transformatoren und Drosselspulen,	
bei $\vartheta_U = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	162	Prüfung der Isolation .....	212
Strombelastbarkeit von flexiblen oder		Berechnung von Transformatoren .....	213
wärmefesten Leitungen .....	163	Kleintransformatoren .....	214
Umrechnungsfaktoren für die		Kraftwerksarten .....	215
Strombelastbarkeit .....	164	Drehende Generatoren .....	216
Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit		Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von	
von Starkstromkabeln .....	165	Transformatoren .....	217
Überstrom-Schutzeinrichtungen		Transformatoren für Drehstrom .....	218
(Niederspannungssicherungen) .....	166	Transformatoren in Parallelbetrieb .....	219
Überstrom-Schutzeinrichtungen .....	167	Netze der Energietechnik .....	220
Räume mit Badewanne oder Dusche .....	168	Freileitungen .....	221
Räume und Anlagen besonderer Art,		Freileitungsnetze .....	222
Arbeiten unter Spannung .....	169	Durchhang von Freileitungen .....	223
Saunaa nlagen und Schwimmbecken .....	170	Verlegung von Erdkabeln .....	224
Elektroinstallation in feuergefährdeten		Eigenerzeugungsanlagen .....	225
Betriebsstätten .....	171	Vergütung erneuerbarer Energien	
Elektroinstallation in landwirtschaftlichen		nach dem EEG, Windkraftanlagen .....	226
Betrieben .....	172	Fotovoltaik .....	227
Elektroinstallation in medizinisch genutzten		Fotovoltaik-Anlage, PV-Anlage .....	228
Bereichen .....	173	Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln .....	229
Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit		Brennstoffzellen .....	230
Experimentiereinrichtungen .....	175	Schutzarten elektrischer Betriebsmittel .....	231
Elektroinstallation in explosionsgefährdeten		Elektrochemie .....	232
Bereichen .....	176		

Primärelemente .....	233
Akkumulatoren .....	234
Ladetechniken für Akkumulatoren .....	235
Notstromversorgung und Notbeleuchtung .....	236
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV-Anlagen) .....	237
USV-Systeme (Unterbrechungsfähige Stromversorgungssysteme) .....	238
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV .....	239
Elektromagnetische Störungen EMI .....	240
Maßnahmen gegen EMI .....	241
Innerer Blitzschutz .....	242
Äußerer Blitzschutz .....	243
Fangeinrichtungen und Ableitungen .....	245
Qualität der Stromversorgung .....	246
Kompensation .....	247
Kompensation der Blindleistung .....	248
Überwachung der Endstromkreise .....	250
Melde- und Überwachungsanlagen .....	251
Sicherheitstechnik in Gebäuden .....	252
Einbruchmeldeanlagen EMA .....	253
Videoüberwachung .....	254
Temperaturen für Wärmebedarf .....	255
Wärmebedarf und Wärmeleitung von Gebäuden .....	256
Heizwärmeverbrauch und Energiekennzahl eines Einfamilienhauses .....	257
Raumheizung .....	258
Fußboden- und Deckenheizung .....	259
Klimatisierung .....	260
Kochstellen für Elektroherde .....	261
Energie-Effizienz-Klassen .....	262
Energie-Einsparpotenziale .....	263
CE-Kennzeichnung .....	264
Warmwassergeräte .....	265
Hausgeräte .....	266
Wärmepumpen .....	267
Stromtarife .....	268

## Teil IK:

### Informations- und kommunikationstechnische

<b>Systeme .....</b>	<b>269</b>
Dualzahlen und Binärcodes .....	270
Sedezimalzahlen und Oktalzahlen .....	271
ASCII-Code im Unicode .....	272
Binäre Verknüpfungen .....	273
Schaltalgebra .....	274
Entwicklung von Schaltnetzen .....	275
Code-Umsetzer .....	276
Flipflops (bistabile Kippschaltungen) .....	277
Digitale Zähler und Schieberegister .....	278
DA-Umsetzer und AD-Umsetzer .....	279
Modulation .....	280
Mikrocomputer .....	281
Personalcomputer PC .....	282
Bildschirmgeräte .....	283
Schnittstellen und Steckverbinder des PC .....	284
Schnittstellenkopplungen .....	285
Betriebssysteme Windows .....	286
Elemente von Windows-Benutzeroberflächen .....	287
Netze der Informationstechnik .....	288
Komponenten für Datennetze .....	289
Kommunikation bei Ethernet .....	291
Errichten eines Ethernet-Netzwerkes .....	292
Industrial Ethernet .....	293
Signalübertragung .....	294
Datenübertragung mittels Funk .....	295

Funk-LAN .....	296
Identifizierungssysteme .....	297
AS-i-Bussystem .....	298
Interbus .....	299
PROFIBUS .....	300
Fernwirkssysteme .....	301
Messumformer und Signalumsetzer für Fernwirkssysteme .....	302
Programmierbarer Messumformer für Fernwirkssysteme .....	303
Anschluss an das Telefonnetz .....	304
Telekommunikation mit ISDN .....	305
Einrichten von ISDN-Anlagen .....	306
Internet-Zugang .....	307
Suchen im Internet .....	308
Sichern und Schützen von Daten .....	309
Antennen, Betriebsmittel für Antennenanlagen .....	310
Satellitenempfang .....	311
SAT-Anlagen .....	312
Satellitenantennenanlagen .....	313
Digitales Fernsehen über terrestrische Antenne, DVB-T .....	314
Gemeinschaftsantennenanlagen .....	315
Errichtung von Antennenanlagen .....	316
Breitband-Kommunikationsanlagen (BK-Anlagen) .....	317
Multimediaverkabelung im Heimbereich .....	318

## Teil AS:

### Automatisierungs- und Antriebssysteme, Steuern und Regeln .....

<b>Verstärker-Grundsaltungen .....</b>	<b>320</b>
Grundlagen des Operationsverstärkers .....	321
Schaltungen mit Operationsverstärkern .....	322
Aufgaben von Stromrichtern .....	324
Benennung von Stromrichterschaltungen .....	325
Schaltungen für Gleichrichter und Stromrichter .....	326
Wechselwegschaltung, Steuerkennlinie .....	327
Betriebsquadranten bei Antrieben, Linearmotoren .....	328
Halbgesteuerte Stromrichter .....	329
Vollgesteuerte Stromrichter .....	330
Wechselrichter .....	331
Gleichstromsteller, U-Umrichter-Prinzip .....	332
U-Umrichter .....	333
Ansteuerschaltungen für Halbleiter .....	334
Glättung und Spannungsstabilisierung .....	335
Grundlagen der Schaltnetzteile .....	336
Schaltnetzteile .....	337
Schalttransistor, Kippschaltungen .....	338
Halbleiterrelais .....	339
Kleinsteuerung easy .....	340
Kleinsteuerung LOGO! .....	341
Struktogramme und Programmablaufpläne .....	342
Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS .....	343
Signalkopplungen für SPS und Mikrocomputer .....	344
Steueranweisungen für SPS .....	345
Programmbeispiele für SPS .....	347
Zähler und Zeitglieder in SPS .....	348
Programmiersprachen Strukturierter Text ST, Ablaufsprache AS .....	349
Programmstruktur für SPS S7 .....	350
Ablaufsteuerung mit GRAFCET .....	351
Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse .....	353
Steuerungstechnik .....	354
Elektronische Steuerung von Verbrauchsmitteln .....	355

Grenzwerte der Anschlussleistung im öffentlichen Netz	356	Isolierstoffe	412
Hilfsstromkreise	357	Kunststoffe als Isolierstoffe	414
Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen	358	Weitere Isolierstoffe	415
Architekturen von Steuerungen	359	Hilfsstoffe	416
Elektrische Niederspannungsausrüstung von Maschinen	360	Leitungen und Kabel	417
Schütze	361	Isolierte Starkstromleitungen	418
Spezielle Schützarten	362	Starkstromleitungen	419
Kennzeichnung und Antriebe der Schütze	363	Weitere Leitungen für feste Verlegung	420
Gebrauchskategorien und Prüfbedingungen von Schützen	364	Leitungen zum Anschluss ortsveränderlicher Betriebsmittel	421
Schützsaltungen	365	Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen	422
Motorschutz	367	Leitungen in Datennetzen	423
Vollelektronischer Motorschutz	368	Leitungen für Kleinspannungsbeleuchtung	424
Steuerung durch Motorschalter	369	Code zur Farbkennzeichnung, Starkstromkabel	425
Optoelektronische Näherungsschalter (Lichtschranken)	370	Kabel für die Energieverteilung	426
Näherungsschalter (Sensoren)	371	Steckvorrichtungen der Energietechnik	427
Ultraschall-Sensoren	372	Steckverbinder	428
Regelungstechnik	373	Steckverbinder RJ45 und RJ11	429
Unstetige Regelglieder	374	Lötfreie Anslusstechnik	430
Digitale stetige Regelglieder	375	Installationsrohre	431
Analoge stetige Regelglieder	376	Bezeichnungsbeispiele für Schrauben und Muttern	432
Digitale Regelung	377	Metrische ISO-Gewinde	433
Einstellung von Regelkreisen	378	Toleranzen und Passungen	434
Betriebsarten und Grenzübertemperaturen	380		
Effizienzklassen von elektrischen Antrieben	381	<b>Teil BU:</b>	
Betriebsdaten von Käfigläufermotoren	382	<b>Betrieb und sein Umfeld, Umwelttechnik,</b>	
Oberflächengekühlte Käfigläufermotoren (Normmotoren)	383	<b>Anhang</b>	435
Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen	384	Organisationsformen der Unternehmen	436
Berechnungsformeln für drehende elektrische Maschinen	385	Organisation der Arbeit	437
Leistungsschilder von drehenden elektrischen Maschinen	386	Arbeitsplanung, Netzplantechnik	438
Drehstrommotoren	387	Arbeiten im Team	439
Polumschaltbare Motoren	388	Umgang mit Konflikten	440
Fehlerbeseitigung bei Drehstrom-Asynchronmotoren	389	Prozesse analysieren und gestalten	441
Einphasen-Wechselstrommotoren	390	Vorbereitung einer Präsentation	442
Gleichstrommotoren	391	Präsentation eines Projektes	443
Servomotoren	392	Diagramme für Präsentationen	444
Ansteuerung von Servomotoren	393	Durchführung von Projekten	445
Schrittmotoren	394	Systematisches Marketing	446
Kleinstmotoren	395	Kommunikation mit Kunden	447
Daten von Kleinstantrieben, Getriebe für Kleinstmotoren	396	Durchführung von Kundens Schulungen	448
Lineare Antriebe	397	Bestandteile eines Tarifvertrages	449
Piezo-Aktoren und Piezo-Antriebe	398	Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten	450
Prüfung elektrischer Maschinen	399	Rechtsgeschäfte des Betriebes	451
Antriebstechnik	400	Kosten und Kennzahlen	452
Wahl des Antriebsmotors	401	Kalkulation der Kosten	453
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren	402	Erstellen eines Angebotes	454
		Lastenheft, Pflichtenheft	455
<b>Teil W:</b>		Computerunterstützte Planung einer Elektroinstallation	456
<b>Werkstoffe, Verbindungstechnik</b>	403	Reale Ausführung von Installationsschaltungen	457
Periodensystem, chemische Bindung	404	Zertifizierung, Auditierung	458
Stoffwerte	405	Gefährliche Stoffe	459
Stahlnormung	406	Risiko-Sätze (H-Sätze) für Gefahrstoffe	460
Leitende Werkstoffe der Elektrotechnik (Nichteisenmetalle)	407	Sicherheitsratschläge (P-Sätze) für Gefahrstoffe	461
Magnetisierungskennlinien	408	Umgang mit Elektroschrott	462
Magnetwerkstoffe	409	Normen	463
Lote, Thermobimetalle, Kohlebürsten	410	Wichtige Teile des VDE-Vorschriftenwerkes	466
Kontaktwerkstoffe, Freileitungen	411	Teile von DIN VDE 0100	467
		Glossar	469
		Kurzformen von Fachbegriffen	475
		Fachliches Englisch (Englisch-Deutsch)	481
		Sachwortverzeichnis (mit fachlichem Englisch)	488
		Bildquellenverzeichnis	509
		Unterstützende Firmen und Dienststellen	510