

## Inhaltsverzeichnis Contents

Lernfelder, Prüfungsteile .....	9	Bauelemente für den Überspannungsschutz .....	65
Literaturverzeichnis .....	10	Kühlung von Halbleiter-Bauelementen .....	66
<b>Teil G:</b>			
<b>Mathematik, Physik, Schaltungstheorie, Bauelemente .....</b>	<b>11</b>	<b>Teil TM:</b>	
Formelzeichen dieses Buches .....	12	Technische Dokumentation, Messen .....	67
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches .....	13	Grafische Darstellung von Kennlinien .....	68
Internationale Formelzeichen .....	14	Allgemeines technisches Zeichnen .....	69
Größen und Einheiten .....	15	Zeichnerische Darstellung von Körpern .....	70
Mathematische Zeichen .....	17	Maßpfeile, besondere Darstellungen .....	71
Potenzen, Vorsätze, Logarithmen, Dreisatzrechnung .....	18	Maßeintragung .....	72
Logarithmisches Maß Dezibel .....	19	Maßeintragung, Schraffur .....	73
Winkel, Winkelfunktionen, Prozentrechnen .....	20	Schaltpläne als funktionsbezogene Dokumente .....	74
Beziehungen zwischen den Winkelfunktionen .....	21	Weitere funktionsbezogene Dokumente .....	75
Längen und Flächen .....	22	Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente .....	76
Körper und Masse .....	23	Kennzeichnung in Schaltplänen .....	77
Masse, Kraft, Druck, Kraftmoment .....	24	Kennbuchstaben der Objekte (Betriebsmittel) .....	78
Bewegungslehre .....	25	Unterklassen für Aufgaben von Objekten .....	79
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung, Energie .....	26	Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen .....	80
Übersetzungen .....	27	Schaltzeichen .....	81
Rollen, Keile, Winden .....	28	Allgemeine Schaltzeichen .....	82
Wärme .....	29	Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen .....	83
Ladung, Spannung, Stromstärke, Widerstand .....	30	Messinstrumente und Messgeräte .....	84
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit .....	31	Halbleiterbauelemente .....	85
Elektrisches Feld, Kondensator .....	32	Binäre Elemente .....	86
Wechselgrößen, Wellenlänge .....	33	Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifschaltgeräte .....	88
Leistung bei Sinuswechselstrom, Impuls .....	34	Audioumsetzer, Videoumsetzer und Antennenanlagen .....	89
Magnetisches Feld, Spule .....	35	Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne .....	90
Elektrische Feldstärken und magnetische Feldstärken .....	36	Installationsschaltpläne .....	92
Strom im Magnetfeld, Induktion .....	37	Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne .....	93
Schaltung von Widerständen .....	38	Spulen, Transformatoren, Transduktoren, drehende Generatoren .....	94
Bezugspeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungssteiler .....	39	Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser .....	95
Potentiometer .....	40	Drehstrommotoren und Anlasser .....	96
Ersatzspannungsquelle, Ersatzstromquelle, Anpassung .....	41	Motoren mit Stromrichterspeisung .....	97
Grundschaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten .....	42	Vergleich von Schaltzeichen .....	98
Schalten von Kondensatoren und Spulen .....	43	Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln .....	100
Reihenschaltung von R, L, C .....	44	Hydraulische und pneumatische Elemente .....	101
Parallelschaltung von R, L, C .....	45	Symbole der Verfahrenstechnik .....	102
Ersatz-Reihenschaltung und Ersatz-Parallelschaltung .....	46	Erstellen einer Dokumentation über Geräte und Anlagen .....	103
Einfache Filter .....	47	Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung .....	104
Dreiphasenwechselstrom (Drehstrom) .....	48	Elektrische Messgeräte und Messwerke .....	105
Unsymmetrische Last, Netzwerkumwandlung, Brückenschaltung .....	49	Piktogramme für die Messtechnik .....	106
Widerstände und Kondensatoren .....	50	Mess-Schaltungen zur Widerstandsbestimmung .....	107
Farbkennzeichnung von Widerständen und Kondensatoren .....	51	Messbereichserweiterung .....	108
Bauarten von Widerständen und Kondensatoren .....	52	Messung in elektrischen Anlagen .....	109
Anwendungsgruppen und Aufbau von Kondensatoren .....	53	Niederspannungs-Schaltungen für Leistungsmessgeräte .....	112
Halbleiterwiderstände .....	54	Elektrizitätszähler .....	113
Dioden .....	55	Elektronische kWh-Zähler .....	114
IGBTs, Feldeffekttransistoren .....	56	Oszilloskop .....	115
Bipolare Transistoren .....	57	Messen mit dem Oszilloskop .....	116
Thyristor .....	58	Wegmessung und Winkelmessung mit Sensoren .....	117
Thyristortaten und Triggerdiode .....	59	Kraftmessung und Druckmessung mit Sensoren .....	118
Gleichrichterbegriffe .....	60	Bewegungsmessung mit Sensoren .....	119
Gehäuseformen von Dioden, Transistoren und ICs .....	61	Temperaturmessung mit Sensoren .....	120
Magnetfeldabhängige Bauelemente .....	62		
Fotoelektronische Bauelemente .....	63		
Schutzbeschaltung von Dioden und Transistoren .....	64		

### Teil EI:

#### Elektrische Installation .....

121

Qualifikationen für elektrotechnische Arbeiten .....

122

Arbeiten in elektrischen Anlagen .....

123

Werkstattausstattung .....

124

Leitungsverlegung, Leitungsbearbeitung .....

125

## Inhaltsverzeichnis Contents

Wechselschaltung, Kreuzschaltung . . . . .	127	Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung von Innenräumen . . . . .	185
Reale Ausführung von Installationsschaltungen . . . . .	128	Wartungsfaktoren von Arbeitsstättenbeleuchtung	186
Treppenzeitzeitschalter, Hausklingelanlage mit Türöffner . . . . .	129	Berechnung von Beleuchtungsanlagen . . . . .	187
Schaltungen mit Stromstoßschaltern . . . . .	130	Beleuchtung und Blendung . . . . .	188
Jalousieschaltungen . . . . .	131	Leuchttstofflampen für 230 V . . . . .	189
Sprechanlagen . . . . .	133	Glühlampen, Metaldampflampen . . . . .	190
Zweidraht-Türsprechanlagen . . . . .	134	Energiesparlampen, Farbwiedergabe . . . . .	191
Lampenschaltungen mit Dimmern . . . . .	135	Induktionslampen und Lichtleiter . . . . .	192
Tastdimmer, Dimmertypen . . . . .	136	Elektronische Vorschaltgeräte EVG für Leuchttstofflampen . . . . .	193
Automatikschalter mit Wärmesensor . . . . .	137	Schaltungen von Entladungslampen . . . . .	194
Automatikschalter mit Ultraschall-Bewegungssensor . . . . .	138	LED-Beleuchtung . . . . .	195
Elektroinstallation mit Niedervolt-Halogenlampen . . . . .	139	LED-Leuchtmittel . . . . .	196
Feldarme Elektroinstallation . . . . .	140	Lichttechnische Daten von Leuchten . . . . .	197
Gebäudeleittechnik und Gebäudesystemtechnik . . . . .	141	Leuchtröhrenanlagen . . . . .	198
Linien und Bereiche des KNX-TP . . . . .	142		
Schaltzeichen des KNX-TP . . . . .	143		
Systemkomponenten zum KNX-TP . . . . .	144		
Spezielle Akteure und Systemgeräte zum KNX-TP . . . . .	145		
Sensoren für den KNX-TP . . . . .	146		
Akteure für den KNX-TP . . . . .	147		
Installationsbus mit FSK-Steuerung . . . . .	148		
Projektierung und Inbetriebnahme beim KNX . . . . .	149		
LON . . . . .	151		
LON-Komponenten . . . . .	152		
Elektroinstallation mit Funksteuerung . . . . .	153		
LCN . . . . .	155		
Hausanschluss mit Schutzpotenzialausgleich . . . . .	156		
Fundamenterde im Beton oder in Erde . . . . .	157		
Hauptleitungen in Wohnanlagen . . . . .	158		
Zählerplatzinstallation . . . . .	159		
Elektrische Mindestausstattung in Wohngebäuden, Zählerplätze . . . . .	160		
Leitungsführung in Wohngebäuden . . . . .	161		
Leitungsberechnung ohne Verzweigung . . . . .	162		
Leitungsberechnung mit Verzweigungen . . . . .	164		
Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen . . . . .	165		
Verlegearten für feste Verlegung . . . . .	166		
Strombelastbarkeit für Kabel und Leitungen bei $\vartheta_U = 25^\circ\text{C}$ . . . . .	167		
Strombelastbarkeit für Kabel und Leitungen bei $\vartheta_U = 30^\circ\text{C}$ . . . . .	168		
Strombelastbarkeit von flexiblen oder wärmefesten Leitungen . . . . .	169		
Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit . . . . .	170		
Mindest-Leiterquerschnitte, Strombelastbarkeit von Starkstromkabeln . . . . .	171		
Überstrom-Schutzeinrichtungen (Niederspannungssicherungen) . . . . .	172		
Überstrom-Schutzeinrichtungen . . . . .	173		
Räume mit Badewanne oder Dusche . . . . .	174		
Räume und Anlagen besonderer Art, Arbeiten unter Spannung . . . . .	175		
Saunaanlagen, Schwimmbecken, begehbarer Becken . . . . .	176		
Elektroinstallation in feuergefährdeten Betriebsstätten . . . . .	177		
Elektroinstallation in landwirtschaftlichen Betrieben . . . . .	178		
Elektroinstallation in medizinisch genutzten Bereichen . . . . .	179		
Elektroinstallation in Unterrichtsräumen mit Experimentiereinrichtungen . . . . .	181		
Elektroinstallation in explosionsgefährdeten Bereichen . . . . .	182		
Energieversorgung von Werkstätten und Maschinenhallen . . . . .	183		
Lichttechnik . . . . .	184		
Planung der Arbeitsstättenbeleuchtung von Innenräumen . . . . .	185		
Wartungsfaktoren von Arbeitsstättenbeleuchtung	186		
Berechnung von Beleuchtungsanlagen . . . . .	187		
Beleuchtung und Blendung . . . . .	188		
Leuchttstofflampen für 230 V . . . . .	189		
Glühlampen, Metaldampflampen . . . . .	190		
Energiesparlampen, Farbwiedergabe . . . . .	191		
Induktionslampen und Lichtleiter . . . . .	192		
Elektronische Vorschaltgeräte EVG für Leuchttstofflampen . . . . .	193		
Schaltungen von Entladungslampen . . . . .	194		
LED-Beleuchtung . . . . .	195		
LED-Leuchtmittel . . . . .	196		
Lichttechnische Daten von Leuchten . . . . .	197		
Leuchtröhrenanlagen . . . . .	198		
<b>Teil SE:</b>			
<b>Sicherheit, Energieversorgung . . . . .</b>	<b>199</b>		
Erste Hilfe am Arbeitsplatz . . . . .	200		
Persönliche Schutzausrüstung PSA . . . . .	201		
Zeichen zur Unfallverhütung . . . . .	202		
Arbeitsschutz, Arbeitssicherheit . . . . .	206		
Berührungsarten, Stromgefährdung, Fehlerarten . . . . .	207		
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen . . . . .	208		
Verteilungssysteme (Netzformen) . . . . .	209		
Schutz gegen elektrischen Schlag . . . . .	210		
Differenzstromgeräte . . . . .	211		
Fehlerschutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung . . . . .	212		
Weitere Schutzmaßnahmen . . . . .	214		
Weiterer Fehlerschutz in fachlich überwachten Anlagen . . . . .	215		
Leiter für die Schutzmaßnahmen . . . . .	216		
Prüfung der Schutzmaßnahmen . . . . .	217		
Wiederkehrende Prüfungen . . . . .	218		
Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte . . . . .	219		
Transformatoren und Drosselpulen, Prüfung der Isolation . . . . .	221		
Berechnung von Transformatoren . . . . .	222		
Weitere Betriebsgrößen von Transformatoren . . . . .	223		
Kleintransformatoren . . . . .	224		
Kraftwerkarten . . . . .	225		
Drehende Generatoren . . . . .	226		
Isolierstoffklassen, Leistungsschilder von Transformatoren . . . . .	227		
Transformatoren für Drehstrom . . . . .	228		
Transformatoren in Parallelbetrieb . . . . .	229		
Netze der Energietechnik . . . . .	230		
Freileitungen . . . . .	231		
Freileitungsnetze . . . . .	232		
Durchhang von Freileitungen . . . . .	233		
Verlegung von Erdkabeln . . . . .	234		
Eigenenerzeugungsanlagen . . . . .	235		
Vergütung erneuerbarer Energien nach EEG . . . . .	237		
Windkraftanlagen . . . . .	238		
Fotovoltaik . . . . .	239		
Fotovoltaikanlagen, PV-Anlagen . . . . .	240		
Intelligente Stromnetze . . . . .	241		
Brennstoffzellen . . . . .	242		
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel . . . . .	243		
Elektrochemie . . . . .	244		
Primärelemente . . . . .	245		
Akkumulatoren . . . . .	246		
Ladetechniken für Akkumulatoren . . . . .	247		
Notstromversorgung und Notbeleuchtung . . . . .	248		
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen (SSV-Anlagen) . . . . .	249		

## Inhaltsverzeichnis Contents

USV-Systeme (Unterbrechungslose Stromversorgungssysteme) .....	250	Fernwirksysteme .....	318
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV .....	251	Messumformer und Signalamplifizierer für Fernwirksysteme .....	319
Elektromagnetische Störungen EMI .....	252	Programmierbarer Messumformer für Fernwirksysteme .....	320
Maßnahmen gegen EMI .....	253	Anschluss an das Telefonnetz .....	321
Innerner Blitzschutz .....	254	Telekommunikation mit ISDN .....	322
Äußerer Blitzschutz .....	255	ISDN und Internet-Telefonie (VoIP) .....	323
Fangeinrichtungen und Ableitungen .....	257	Internet-Zugänge .....	324
Qualität der Stromversorgung .....	258	Anwendungen des Internet .....	325
Oberschwingungen .....	259	Sichern und Schützen von Daten .....	326
Kompensation .....	260	Antennen, Betriebsmittel für Antennanlagen .....	327
Kompensation der Blindleistung .....	261	Satellitenempfang .....	328
Überwachung der Endstromkreise .....	263	SAT-Anlagen .....	329
Melde- und Überwachungsanlagen .....	264	Satellitenantennenanlagen .....	330
Sicherheitstechnik in Gebäuden .....	265	Digitales Fernsehen über terrestrische Antenne, DVB-T .....	331
Rauchwarnmelder .....	266	Gemeinschaftsantennenanlagen .....	332
Brandschutzschalter .....	267	Errichtung von Antennenanlagen .....	333
Gefahrenmeldeanlagen .....	268	Breitbandkommunikationsanlagen (BK-Anlagen) .....	334
Einbruchmeldeanlagen EMA .....	269		
Videoüberwachung .....	270		
Temperaturen für Wärmebedarf .....	271		
Energieeinsparverordnung .....	272		
Heizwärmeverbrauch und Energiekennzahl eines Einfamilienhauses .....	274		
Raumheizung .....	275		
Fußboden- und Deckenheizung .....	276		
Klimatisierung .....	277		
Kochstellen für Elektroherde .....	278		
Warmwassergeräte .....	279		
Hausgeräte .....	280		
CE-Kennzeichnung .....	281		
Energieeffizienzklassen .....	282		
Energie-Einsparpotenziale .....	284		
Wärmepumpen .....	285		
Stromtarife .....	286		
<b>Teil AS:</b>			
<b>Automatisierungs- und Antriebssysteme, Steuern und Regeln .....</b>			335
Verstärker-Grundschaltungen .....			336
Grundlagen des Operationsverstärkers .....			337
Schaltungen mit Operationsverstärkern .....			338
Aufgaben von Stromrichtern .....			340
Benennung von Stromrichterschaltungen .....			341
Schaltungen für Gleichrichter und Stromrichter .....			342
Wechselwegschaltung, Steuerkennlinie .....			343
Betriebsquadranten bei Antrieben, Linearmotoren .....			344
Halbgesteuerte Stromrichter .....			345
Vollgesteuerte Stromrichter .....			346
Wechselrichter .....			347
Gleichstromsteller, U-Umrichter-Prinzip .....			348
U-Umrichter .....			349
Ansteuerschaltungen für Halbleiter .....			350
Glättung und Spannungsstabilisierung .....			351
Grundlagen der Schaltnetzteile .....			352
Schaltnetzteile .....			353
Schalttransistor und Kippschaltungen .....			354
Halbleiterrelais .....			355
Steuerungstechnik .....			356
Kleinsteuerung easy .....			357
Kleinsteuerung Logo! .....			358
Struktogramme und Programmablaufpläne .....			359
Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS .....			360
Signalkopplungen für SPS und Mikrocomputer .....			361
Steueranweisungen für SPS .....			362
Programmbeispiele für SPS .....			364
Zähler und Zeitglieder in SPS .....			365
Programmiersprachen Strukturierter Text ST, Ablaufsprache AS .....			366
Programmstruktur für SPS S7 .....			367
Wortverarbeitung bei SPS .....			368
Ablaufsteuerung mit GRAFCET .....			369
Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse .....			366
Steuerungstechnik .....			371
Elektronische Steuerung von Verbrauchsmitteln im öffentlichen Netz .....			372
Grenzwerte der Anschlussleistung im öffentlichen Netz .....			373
Hilfsstromkreise .....			374
Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen .....			375
Architekturen von Steuerungen .....			376
EU-Maschinenrichtlinie .....			377

## Inhaltsverzeichnis Contents

Elektrische Niederspannungsausrüstung von Maschinen . . . . .	378	Weitere Isolierstoffe . . . . .	437
Schütze . . . . .	379	Hilfsstoffe . . . . .	438
Spezielle Schützarten . . . . .	380	Leitungen und Kabel . . . . .	439
Kennzeichnung und Antriebe der Schütze . . . . .	381	Isolierte Starkstromleitungen . . . . .	440
Gebrauchsgekategorien und Prüfbedingungen von Schützen . . . . .	382	Starkstromleitungen . . . . .	441
Schützschaltungen . . . . .	383	Weitere Leitungen für feste Verlegung . . . . .	442
Schützschaltung mit Steuereinrichtung . . . . .	385	Leitungen zum Anschluss ortsveränderlicher Betriebsmittel . . . . .	443
Motorschutz . . . . .	386	Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen . . . . .	444
Elektronischer Motorschutz . . . . .	387	Leitungen in Datennetzen . . . . .	445
Steuerung durch Motorschalter . . . . .	388	Leitungen für Kleinspannungsbeleuchtung . . . . .	446
Optoelektronische Näherungsschalter (Lichtschranken) . . . . .	389	Multimedialverkabelung im Heimbereich . . . . .	447
Näherungsschalter (Sensoren) . . . . .	390	Code zur Farbkennzeichnung, Starkstromkabel . . . . .	448
Ultraschall-Sensoren . . . . .	391	Kabel für die Energieverteilung . . . . .	449
Regelungstechnik . . . . .	392	Steckvorrichtungen der Energietechnik . . . . .	450
Unstetige Regelglieder . . . . .	393	Steckverbinder . . . . .	451
Digitale stetige Regelglieder . . . . .	394	Steckverbinder RJ45 und RJ11 . . . . .	452
Analoge stetige Regelglieder . . . . .	395	Lötfreie Anschlusstechnik . . . . .	453
Digitale Regelung . . . . .	396	Installationsrohre . . . . .	454
Einstellung von Regelkreisen . . . . .	397	Dübel . . . . .	455
Betriebsarten und Grenzübertemperaturen bei Maschinen . . . . .	399	Bezeichnungsbeispiele für Schrauben und Muttern . . . . .	456
Effizienz von elektrischen Antrieben . . . . .	400	Metrische ISO-Gewine . . . . .	457
Drehstrommotoren für Stromrichterspeisung . . . . .	401	Toleranzen und Passungen . . . . .	458
Oberflächengekühlte Käfigläufermotoren (Normmotoren) . . . . .	402		
Betriebsarten von Käfigläufermotoren . . . . .	403		
Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen . . . . .	404		
Berechnungsformeln für drehende elektrische Motoren . . . . .	405		
Konventionelle DC-Antriebe . . . . .	406		
Leistungsschilder von drehenden elektrischen Maschinen . . . . .	407		
Drehstrommotoren . . . . .	408		
Polumschaltbare Motoren . . . . .	409		
Fehlerbeseitigung bei Drehstrom-Asynchronmotoren . . . . .	410		
Einphasen-Wechselstrommotoren . . . . .	411		
Gleichstrommotoren . . . . .	412		
Servomotoren . . . . .	413		
Ansteuerung von Servomotoren . . . . .	414		
Schrittmotoren . . . . .	415		
Kleinstmotoren . . . . .	416		
Daten von Kleinstantrieben, Getriebe für Kleinstmotoren . . . . .	417		
Linearantriebe . . . . .	418		
Piezo-Aktoren und Piezo-Antriebe . . . . .	419		
Prüfung elektrischer Maschinen . . . . .	420		
Antriebstechnik . . . . .	421		
Wahl des Antriebsmotors . . . . .	422		
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren . . . . .	423		
Planung von Automatisierungsanlagen . . . . .	424		
<b>Teil W:</b>			
<b>Werkstoffe, Verbindungstechnik . . . . .</b>	<b>425</b>		
Periodensystem, chemische Bindung . . . . .	426	Wichtige Normen . . . . .	486
Stoffwerte . . . . .	427	Wichtige Teile des VDE Vorschriftenwerkes . . . . .	489
Stahlnormung . . . . .	428	Teile von DIN VDE 0100 . . . . .	490
Leitende Werkstoffe der Elektrotechnik (Nichteisenmetalle) . . . . .	429	Glossar . . . . .	492
Magnetisierungskennlinien . . . . .	430	Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte . . . . .	497
Magnetwerkstoffe . . . . .	431	Kurzformen von Fachbegriffen . . . . .	498
Lote, Thermobimetalle, Kohlebürsten . . . . .	432	Fachliches Englisch (Englisch-Deutsch) . . . . .	504
Kontaktwerkstoffe, Freileitungen . . . . .	433	Sachwortverzeichnis (mit fachlichem Englisch) . . . . .	513
Isolierstoffe . . . . .	434	Unterstützende Firmen und Dienststellen . . . . .	533
Kunststoffe als Isolierstoffe . . . . .	436	Bildquellenverzeichnis . . . . .	536