

# Inhaltsverzeichnis

## Teil M:

### Mathematik, Technische Physik

Formelzeichen dieses Buches .....	10
Größen und Einheiten .....	13
Bruchrechnen, Vorzeichen, Klammern ....	15
Klammerrechnung, Potenzieren .....	16
Radizieren, Gleichungen .....	17
Zahlensysteme, Dualzahlen .....	18
Dualzahlen, Sedezimalzahlen, Binärcodes	19
Logarithmen, Zehnerpotenzen, Vorsätze,	
Prozentrechnung .....	20
Logarithmisches Maß Dezibel .....	21
Schlussrechnung, Mischungsrechnung ...	22
Rechtwinkliges Dreieck .....	23
Winkelfunktionen, Steigung .....	24
Längen .....	25
Flächen, Volumen .....	26
Volumen, Oberfläche, Masse .....	30
Kräfte .....	31
Kraftmoment, Hebel, Fliehkraft .....	32
Rollen, Keile, Winden .....	33
Bewegungslehre .....	34
Geschwindigkeiten an Maschinen .....	35
Wärmetechnik .....	36
Mechanische Arbeit, mechanische Leistung,	
Energie .....	38
Ladung, Spannung, Stromstärke,	
Widerstand .....	39
Elektrische Leistung, elektrische Arbeit ...	40
Elektrisches Feld, Kondensator .....	41
Magnetisches Feld, Spule .....	42
Strom im Magnetfeld, Induktion .....	43
Schaltungen von Widerständen .....	44
Bezugspfeile, Kirchhoffsche Regeln,	
Spannungsteiler .....	45
Grundschaltungen Induktivitäten und	
Kapazitäten .....	46
Schalten von Kondensatoren und Spulen .	47
Wechselgrößen, Oberschwingungen .....	48
Zeigerdiagramme von Wechselstrom-	
größen .....	49
Leistungen bei Sinuswechselstrom,	
Impuls .....	50
Reihenschaltung von $R$ , $L$ , $C$ .....	51
Parallelschaltung von $R$ , $L$ , $C$ .....	52
Berechnungsformeln für Transformatoren	53
Elektrischer Widerstand bei	
Temperaturänderung, Wärmewiderstand .	54
Drehstrom, Blindleistungskompensation .	55
Kompensation mit Filtern .....	56
Leitungsberechnung .....	57
Zahnradberechnungen .....	58
Übersetzungen .....	59
Druck in Flüssigkeiten und Gasen .....	60
Reibung, Auftrieb .....	61
Belastungsfälle, Beanspruchungsarten ...	62
Zug, Druck, Flächenpressung .....	63
Abscherung, Knickung .....	64

Biegung, Torsion .....	65
Momente der Festigkeitslehre .....	66
Pneumatikzylinder .....	68
Berechnungen zur Hydraulik und	
Pneumatik .....	69

## Teil K:

### Technische Kommunikation

Graphische Darstellung von Kennlinien ..	72
Allgemeines technisches Zeichnen .....	73
Arten von Diagrammen .....	74
Zeichnerische Darstellung von Körpern ..	75
Maßeintragung, Schraffur .....	76
Toleranzen in Zeichnungen .....	79
Gewinde, Schraubenverbindungen,	
Zentrierbohrungen .....	80
Getriebedarstellung .....	81
Darstellung von Wälzlagerm .....	82
Darstellung von Dichtungen und	
Wälzlagerm .....	83
Symbole für Schweißen und Lötten .....	84
Weitere mechanische Verbindungen,	
Federn .....	85
Funktionsbezogene Schaltpläne .....	86
Ortsbezogene und verbindungsbezogenen	
Dokumente .....	88
Kennzeichnungen in Schaltplänen .....	89
Kennbuchstaben der Objekte	
(Betriebsmittel) .....	90
Kontaktkennzeichnung in Schaltplänen ...	91
Schaltzeichen .....	92
Transformatoren, Spulen, drehende	
elektrische Maschinen .....	94
Vergleich von Schaltzeichen .....	95
Zusatzschaltzeichen, Schalter in	
Energieanlagen .....	97
Messinstrumente und Messgeräte,	
Messkategorien .....	98
Halbleiterbauelemente .....	99
Analoge Informationsverarbeitung,	
Zähler .....	100
Binäre Elemente .....	101
Schaltzeichen für Installationsschaltpläne	
und Installationspläne .....	103
Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne ..	104
Einphasenwechselstrommotoren und	
Anlasser .....	105
Drehstrommotoren und Anlasser .....	106
Motoren für Stromrichterspeisungen ...	107
Ablaufsteuerungen GRAFCETi .....	108
Grundformen von Ablaufsteuerungen ...	109
Elemente für Ablaufsteuerungen	
GRAFCET .....	110
Funktionsdiagramme .....	112
Symbole zur Dokumentation in der	
Computertechnik .....	113
Schaltzeichen der Pneumatik und	
Hydraulik .....	114

Pneumatik Grundsaltungen .....	116
Schaltpläne der Pneumatik und Hydraulik .....	117
Fließbilder .....	118
Symbole der Verfahrenstechnik .....	120
Erstellen einer Dokumentation über Geräte oder Anlagen .....	121
Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung .....	122

## Teil WF:

### Chemie, Werkstoffe, Fertigung

Chemie .....	124
Stoffwerte .....	126
Magnetwerkstoffe .....	128
Bezeichnungssystem für Stähle .....	129
Stahl .....	132
Stahlprofile .....	135
Bezeichnungssystem für Gusseisen- werkstoffe .....	136
Gusseisen .....	137
Rohre .....	138
Nichteisenmetalle .....	139
Al-Profil und -Bleche .....	142
Kunststoffe .....	143
Rohre aus Kunststoffen .....	148
Kabel und Leitungen .....	149
Isolierte Starkstromleitungen .....	150
Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen .....	153
Leitungen in Datennetzen .....	154
Optik .....	156
Glasfaserleitungen .....	157
Leitungsverlegung .....	158
Trennklassen der Kommunikationsverkabelung .....	159
Korrosion und Korrosionsschutz .....	160
Lote und Flussmittel .....	161
Druckflüssigkeiten .....	162
Werkstoffprüfung .....	163
Fertigungsverfahren .....	165
Rapid Prototyping .....	169
Montage und Demontage .....	170
Schneidstoffe .....	172
Drehzahl-nomogramm .....	173
Kräfte und Leistungen beim Zerspanen .....	174
Bohren .....	176
Reiben und Gewindebohren .....	177
Drehen .....	178
Fräsen .....	180
Schleifen .....	182
Spanende Formung der Kunststoffe .....	183
Biegeumformen .....	184
Schweißen .....	185
Druckgasflaschen, Gasverbrauch .....	187
Gasschweißen .....	188
Schutzgasschweißen .....	189
Lichtbogenschweißen .....	191

## Teil BM:

### Bauelemente, Messen, Steuern, Regeln

Widerstände und Kondensatoren .....	194
-------------------------------------	-----

Batterien .....	197
Von physikalischen Größen abhängige Halbleiterbauelemente .....	198
Dioden .....	199
Feldeffekttransistoren, IGBTs .....	200
Bipolare Transistoren .....	201
Thyristoren und Triggerdiode .....	202
Fotoelektronische Bauelemente .....	203
Bauelemente für den Überspannungs- schutz .....	204
Grundlagen des Operationsverstärkers .....	205
Schaltungen mit Operationsverstärker .....	206
Elektrische Analogmesswerke .....	207
Schaltungen für Leistungsmessgeräte .....	208
Schaltungen zur Widerstandsbestimmung .....	209
Messbereichserweiterung .....	210
Messen mit Multimeter .....	211
Wattstundenzähler .....	212
Sensoren .....	213
Kraftmessung und Druckmessung .....	214
Bewegungsmessung .....	215
Temperaturmessung .....	216
Näherungsschalter (Sensoren) .....	217
Spezielle optische Sensoren .....	219
Messumformer und Signalumsetzer für Fernwirkssysteme .....	220
Oszilloskop .....	221
Messwert erfassung mit dem PC .....	223
Elektromagnetische Schütze .....	225
Gebrauchskategorien und Antriebe von Schützen .....	226
Vakuum-schütze, Halbleiterschütze .....	227
Schützsicherungen .....	228
Hilfsstromkreise .....	229
Schützsicherungen mit Motorschutz- schalter .....	230
Polumschaltbare Motoren .....	231
Steuerungen durch Motorschalter .....	232
Ausschaltungen, Serienschaltung, Wechselschaltung .....	233
Stromstoßschalter .....	234
Lampenschaltungen mit Dimmern .....	235
Steuerung mittels Funk .....	236
Elektroinstallation mit Funksteuerung .....	237
Ausführung der Installationsschaltungen .....	238
Steuerungstechnik .....	239
Steuerungs- und Regelungstechnik .....	240
Graphische Symbole der Prozessleit- technik .....	241
Analoge Regler .....	242
Schaltende Regler, Regelstrecken .....	243
Digitale Regelung .....	244
Steuern und Regeln mit PC .....	245
Universalregler .....	246
Lageregelung bei Arbeitsmaschinen .....	247
Logikmodul LOGO! .....	248
Funktionen von LOGO .....	249
Binäre Verknüpfungen der Steuerungs- und Regelungstechnik .....	251
Speicherprogrammierbare Steuerungen SPS .....	252
Programmierregeln für SPS .....	255
Zähler und Zeitglieder in SPS .....	256
SPS-Funktionsbausteine .....	257
Programmiersprachen Strukturierter Text ST, Ablaufsprache AS .....	258
Anwenden von SPS-Bausteinen in ST .....	259

SPS-Programmierung nach DIN 61131-3	260
Phasen der SPS-Programmentwicklung	262
Regelung mittels SPS	263
Pneumatisch gesteuerte Hubeinrichtung mit SPS	268
Druckluftaufbereitung	269
Zylinder und Pumpen	270
Druckventile und Wegeventile	271
Funktionsdiagramm	272

## Teil A:

### Elektrische Anlagen und Antriebe, mechatronische Systeme

Grenzwerte der Anschlussleistung im öffentlichen Netz	274
Arbeiten in elektrischen Anlagen	275
Messungen in elektrischen Anlagen	276
Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse	279
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel	280
Elektronische Steuerung von Verbrauchsmitteln	281
Stromrichter, Gleichrichter	282
Benennung von Stromrichterschaltungen	283
U-Umrichter, Gleichstromsteller	284
Stromrichter für Antriebe	286
Transformatoren für Drehstrom	287
Betriebsarten und Grenzübertemperaturen	288
Isolierstoffklassen, Bemessungsleistungen	289
Oberflächengekühlte Käfigläufermotoren (Normmotoren)	290
Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen	291
Leistungsschilder von drehenden elektrischen Maschinen	292
Einphasen-Wechselstrommotoren	293
Drehstrommotoren, Gleichstrommotoren	294
Drehstrommotoren für Stromrichter-speisung	295
Servomotoren	296
Prüfung elektrischer Maschinen	298
Schrittmotoren	299
Kleinstmotoren	300
Getriebe von Kleinstantrieben	301
Getriebe	302
Linearantriebe	303
Linearmotoren	305
Antriebstechnik	306
Effizienz elektrischer Antriebe	307
Wahl des Antriebsmotors	308
Motorschutz	309
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren	310
Netze der Energietechnik	311
Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln	312
Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen	313
Mindest-Leiterquerschnitte, Leitungsschutzschalter	314
Schmelzsicherungen	315
Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte	316
Strombelastbarkeit von flexiblen oder wärmefesten Leitungen	317

Schutz gegen thermische Auswirkungen	318
Verlegearten von Leitungen für feste Verlegung	319
Strombelastbarkeit bei 25 °C	320
Strombelastbarkeit bei 30 °C	321
Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit	322
Stromgefährdung, Berührungsarten, Fehlerarten	323
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen	324
Systeme und Fehlerschutz mit Schutzleiter	325
Basisschutz und Fehlerschutz	326
Differenzstromschutzschalter RCD	327
Differenzstromüberwachungsgerät RCM	328
Fehlerschutz	329
Erstprüfung der Schutzmaßnahmen	332
Wiederkehrende Prüfungen	333
Spezielle Niederspannungsanlagen	334
Elektroinstallation in Unterrichtsräumen	335
Stromversorgung elektronischer Geräte	336
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen	337
Unterbrechungsfähige Stromversorgungssysteme USV	338
Akkumulatorenräume	339
Energieversorgung von Werkstätten	340
Schaltschrank-Klimatisierung	341
Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Betriebsmittel	342
Elektrische Ausrüstung von Maschinen	343
Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen	345
Funktionale Sicherheit nach SIL	347
Sicherheits-SPS	348
Mechatronische Systeme	349
Mechatronisches System mit Logikmodul LOGO!	350
Ablaufsteuerung einer Biegevorrichtung	351
Ablaufsteuerung einer Vorschubeinheit	355
Ablaufsteuerung eines Rührwerks	356
Ablaufsteuerung eines Prägwerkzeugs	357
Ablaufsteuerung Paket-Hebeanlage	358
Automatisierte Schraubersysteme	361
Inbetriebnahme mechatronischer Systeme	362
Fehlerdiagnose in mechatronischen Systemen	364
Diagnose von Anlagen	366
Instandhaltung mechatronischer Systeme	367
Mittel zur vorausschauenden Instandhaltung	368

## Teil D:

### Digitaltechnik, Informationstechnik

Binäre Verknüpfungen	370
KV-Diagramme	371
Code-Umsetzer	372
ASCII-Code im Unicode	373
Identifikationssysteme	374
Flipflops	375
Digitale Zähler und Schieberegister	376
DA-Umsetzer und AD-Umsetzer	377
Komparator, S&H-Schaltung	378
Halbleiterspeicher	379

Bewegbare Datenspeicher	380
Optische Speicher CD	381
Optische Speicher DVD	382
Begriffe der Informationstechnik	383
Personalcomputer	385
Periphere Geräte	386
Arten von Computern	387
Betriebssysteme Windows	388
Arbeiten mit der Computermouse	389
Power Point	390
Arbeiten mit Excel	391
Datenbank Access	392
Gefahren der Computersabotage	393
Maßnahmen gegen Computerviren	394
Datensicherung, Kopierschutz	395
Industriespionage	396
Netze der Informationstechnik	397
Komponenten für Datennetze	398
AS-i-Bussystem	400
Linien und Bereiche beim KNX	401
Projektiertung und Inbetriebnahme beim KNX	402
KNX mit FSK-Steuerung	403
Local Control Network LCN	404
Ethernet-Netzwerke	405
Berührungsbildschirme, Bediengeräte	407
PROFIBUS, PROFINET	408
Anbindung über IO-Link	409
CAN-Bus	410
Sicherheits-Bussysteme	411
Internet und seine Dienste	412
Suchen im Internet	413
IT-Ausstattung eines Service-Mitarbeiters	414
Elektronik-Werkzeuge	415
Bildzeichen für numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen	416
Struktur der numerischen Steuerung	417
Koordinaten bei CNC-Maschinen	418
Programmaufbau bei CNC-Maschinen	419
CNC-Bearbeitungszyklen	422
Arbeitsbewegungen bei Senkrecht-Fräsmaschinen	423
Arbeitsbewegungen bei Drehmaschinen	424
Handhabungstechnik	425
Industrieroboter	426

## Teil V: Verbindungstechnik, Umwelttechnik

Kleben	430
Gewindearten, Übersicht	431
Ausländische Gewinde	432
Metrische Gewinde	433
Whitworthgewinde, Rohrgewinde	434
Schrauben	435
Schraubenübersicht	436
Sechskantschrauben	437
Passschrauben, Senkschrauben	438
Schrauben, Blechschrauben	439
Gewindestifte	440
Senkungen	441
Muttern	443
Scheiben	445
Sicherheit von Schraubensicherungen	447

Stifte und Bolzen	448
Passfedern, Scheibenfedern	450
Federn	451
Übersicht von Wälzlagern	452
Bezeichnung von Wälzlagern	453
Einbau und Ausbau von Wälzlagern	454
Kugellager, Nadellager	455
Gleitlager, Nutmuttern	456
Sicherungsringe, Sicherungsscheiben, Sicherungsbleche	457
Dichteelemente	458
ISO-System für Grenzmaße und Passungen	459
Passungen, System Einheitsbohrung	461
Passungen, System Einheitswelle	463
Passungsempfehlungen, Passungsauswahl	465
Allgemeintoleranzen	466
Steckverbinder	467
Steckverbinder RJ45 und RJ11	468
TAE-Anschlüsse, TAE-Anschluss-Stecker	469
Schnittstellenkopplungen	470
Schnittstellen USB, Firewire	471
Steckvorrichtungen der Energietechnik	472
Entsorgung	474
Gefährliche Stoffe	475
Schall und Lärm	476
Gefahrensymbole und Gefahrenkennzeichnungen	477
Gefahrenhinweise, H-Sätze	478
Sicherheitshinweise, P-Sätze	479
Umgang mit Elektroschrott	481
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV	482
Elektromagnetische Störungen EMI	483
Schutz gegen Überspannungen von außen	484

## Teil B: Betrieb und sein Umfeld, Anhang

Erste Hilfe bei Unfällen	486
Zeichen und Farben zur Unfallverhütung	487
Betriebssicherheitsverordnung	489
Kennzahlen in der Produktion	490
Qualitätsmanagement	491
Statistische Auswertung	493
Statistische Prozesssteuerung SPC	494
Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit	496
EU Maschinenrichtlinie	497
CE-Kennzeichnung	498
Durchführung von Projekten	499
Lastenheft, Pflichtenheft	500
Präsentation eines Projektes	501
Durchführen von Kundens Schulungen	503
Kosten und Kennzahlen	504
Kalkulation der Kosten	505
Betriebsabrechnungsbogen BAB	506
Reglereinstellungen, Reglerauswahl	507
Normen	508
Wichtige Normen	509
Kurzformen von Fachbegriffen	512
Fachliches Englisch (Englisch-Deutsch)	520
Sachwortverzeichnis (Deutsch-Englisch)	527
Unterstützende Firmen und Dienststellen	547
Literaturverzeichnis	551
Wichtige VDE-Bestimmungen	552