

# Inhaltsverzeichnis

Erste Hilfe bei Unfällen .....	U2
--------------------------------	----

## Teil M: Mathematik, Technische Physik 10

Formelzeichen dieses Buches .....	10
Indizes und Zeichen für Formelzeichen dieses Buches ..	11
Formelzeichen für drehende elektrische Maschinen ..	12
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 .....	26
Volumen .....	28
Oberfläche .....	28
Masse .....	30
Kräfte .....	31
Drehmoment, Hebel, Fliehkraft .....	32
Rollen, Keile, Winden, Schrauben .....	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
Strom in Magnetfeld, Induktion .....	43
Schaltung von Widerständen .....	44
Bezugspfeile, Kirchhoff'sche Regeln, Spannungsteiler	45
Grundschaltungen von Induktivitäten und Kapazitäten .....	46
Komplexe Rechnung für Grundschaltungen von L und C .....	47
Schalten von Kondensatoren und Spulen .....	48
Wechselgrößen, Oberschwingungen .....	49
Messen von Oberschwingungen .....	50
Zeigerdiagramme von Wechselstromgrößen .....	51
Leistungen bei Sinuswechselstrom, Impuls .....	52
Reihenschaltung von R, L, C .....	53
Parallelschaltung von R, L, C .....	54
Berechnungsformeln für Transformatoren .....	55
Elektrischer Widerstand bei Temperaturänderung, Wärmewiderstand .....	56
Drehstrom, Blindleistungskompensation .....	57
Kompensation mit Filtern .....	58
Leitungsberechnung .....	59
Ablauf der Leitungsberechnung .....	60
Spannungsfall an Leitungen mit Blindwiderstand ..	61
Strombelastbarkeit von mehradrigen Leitungen mit Oberschwingungen .....	63

Zahnradberechnungen .....	64
Übersetzungen .....	65
Druck in Flüssigkeiten und Gasen .....	66
Reibung, Auftrieb .....	67
Belastungsfälle, Beanspruchungsarten .....	68
Abscherung, Knickung .....	70
Biegung, Torsion .....	71
Momente der Festigkeitslehre .....	72
Momente von Profilen .....	73
Pneumatikzylinder .....	74
Berechnungen zur Hydraulik und Pneumatik .....	75
Berechnungen zur Hydraulik .....	76

## Teil K: Technische Kommunikation 77

Grafische Darstellung von Kennlinien .....	78
Allgemeines technisches Zeichnen .....	79
Arten von Diagrammen .....	80
Zeichnerische Darstellung von Körpern .....	81
Maßeintragung, Schraffur .....	82
Maßpfeile, besondere Darstellungen .....	83
Maßeintragung .....	84
Toleranzen in Zeichnungen .....	85
Form- und Lagetoleranzen .....	86
Gewinde, Schraubenverbindungen, Zentrierbohrungen .....	87
Getriebedarstellung .....	88
Darstellung von Wälzlagern .....	89
Darstellung von Dichtungen und Wälzlagern .....	90
Symbole für Schweißen und Löten .....	91
Weitere mechanische Verbindungen, Federn .....	92
Funktionsbezogene Schaltpläne .....	93
Weitere funktionsbezogene Dokumente .....	94
Ortsbezogene und verbindungsbezogene Dokumente	95
Kennzeichnung in Schaltplänen .....	96
Kennbuchstaben der Objekte (Betriebsmittel) in Schaltplänen .....	97
Kontaktkennzeichnung in Stromlaufplänen .....	98
Stromkreise und Schaltzeichen .....	99
Allgemeine Schaltzeichen .....	100
Transformatoren, Spulen, drehende elektrische Maschinen .....	101
Vergleich von Schaltzeichen .....	102
Zusatzschaltzeichen, Schalter in Energieanlagen ..	104
Messinstrumente und Messgeräte, Messkategorien	105
Halbleiterbauelemente .....	106
Analoge Informationsverarbeitung, Zähler und Tarifsaltgeräte .....	107
Binäre Elemente .....	108
Schaltzeichen für Installationsschaltpläne und Installationspläne .....	110
Schaltzeichen für Übersichtsschaltpläne .....	111
Einphasenwechselstrommotoren und Anlasser .....	112
Drehstrommotoren und Anlasser .....	113
Motoren mit Stromrichterspeisung .....	114
Ablaufsteuerungen, GRAFCET .....	115
Grundformen von Ablaufsteuerungen .....	116
Elemente für Ablaufsteuerung GRAFCET .....	117
Ablauf-Funktionspläne .....	119

Symbole zur Dokumentation in der Computertechnik .....	120
Schaltzeichen der Pneumatik und Hydraulik .....	121
Pneumatik Grundsaltungen .....	123
Kennzeichnung von steuerungstechnischen Systemen .....	124
Schaltpläne der Pneumatik und Hydraulik .....	125
Fließbilder .....	126
Beispiele von Fließbildern .....	127
Symbole der Verfahrenstechnik .....	128
Erstellen einer Dokumentation über Geräte und Anlagen .....	129
Aufbau und Inhalt einer Betriebsanleitung .....	130

## Teil WF: Chemie, Werkstoffe, Fertigung 131

Chemie .....	132
Stoffwerte .....	134
Gefährliche Stoffe .....	136
Magnetwerkstoffe .....	137
Bezeichnungssystem für Stähle .....	138
Stahl .....	141
Stahlprofile .....	144
Bezeichnungssystem für Gusseisenwerkstoffe .....	145
Gusseisen .....	146
Rohre .....	147
Nichteisenmetalle .....	148
Al-Profile und Al-Bleche .....	151
Kunststoffe .....	152
Rohre aus Kunststoff .....	157
Kabel und Leitungen .....	158
Isolierte Starkstromleitungen .....	159
Starkstromleitungen .....	160
Leitungen zum Anschluss ortveränderlicher Betriebsmittel .....	161
Leitungen und Kabel für Melde- und Signalanlagen .....	162
Leitungen in Datennetzen .....	163
Kupferlitzenleiter der Informationstechnik .....	164
Strahlenoptik .....	165
Glasfaserleitungen .....	166
Trennklassen der Kommunikationsverkabelung .....	167
Korrosion und Korrosionsschutz .....	168
Lote und Flussmittel .....	169
Druckflüssigkeiten .....	170
Werkstoffprüfung .....	171
Fertigungsverfahren .....	173
Rapid Prototyping RP (3D-Druck) .....	177
Montage und Demontage .....	178
Montageplanung .....	179
Schneidstoffe .....	180
Drehzahlnomogramm .....	181
Kräfte und Leistungen beim Zerspanen .....	182
Bohren .....	184
Reiben und Gewindebohren .....	185
Drehen .....	186
Drehwerkzeuge .....	188
Fräsen .....	189
Schleifen .....	191
Spanende Formung der Kunststoffe .....	192
Lehren .....	193

Biegeumformen .....	194
Schweißen .....	195
Schweißnähte .....	196
Druckgasflaschen, Gasverbrauch .....	197
Gasschweißen .....	198
Schutzgasschweißen .....	199
Lichtbogenschweißen .....	201

## Teil BM: Bauelemente, Messen, Steuern, Regeln 203

Widerstände und Kondensatoren .....	204
Batterien .....	207
Von physikalischen Größen abhängige Halbleiter-Bauelemente .....	208
Dioden .....	209
Feldeffektransistoren, IGBTs .....	210
Bipolare Transistoren und HEMT .....	211
Thyristoren und Triggerdiode .....	212
Fotoelektronische Bauelemente .....	213
Bauelemente für Überspannungsschutz .....	214
Grundlagen des Operationsverstärkers .....	215
Elektrische Analogmesswerke .....	217
Schaltungen zur Widerstandsbestimmung .....	219
Messbereichserweiterung .....	220
Messen mit Multimeter .....	221
Wattstundenzähler .....	222
Sensoren .....	223
Kraftmessung und Druckmessung .....	224
Bewegungsmessung .....	225
Wegmessung, Winkelmessung .....	226
Temperaturmessung .....	227
Näherungsschalter (Sensoren) .....	228
Spezielle optoelektronische Sensoren .....	230
Energieüberwachung in Smart-Grid-Anlagen .....	232
Oszilloskop .....	233
Messwerterfassung mit dem PC .....	235
Elektromagnetische Schütze .....	238
Vakuumschütze, Halbleiterschütze .....	240
Hilfsstromkreise .....	242
Polumschaltbare Drehstrommotoren .....	244
Ausschaltung, Serienschaltung, Wechselschaltung, Kreuzschaltung .....	246
Stromstoßschaltungen .....	247
Dimmen konventioneller Lampen .....	248
Dimmen von LED-Lichtquellen .....	249
Steuerung mittels Funk .....	250
Elektroinstallation mit Funksteuerung .....	251
Ausführung von Installationsschaltungen .....	252
Steuerungs- und Regelungstechnik .....	254
Analoge Regler .....	256
Reglereinstellungen, Reglerauswahl .....	258
Digitale Regelung .....	259
Steuern und Regeln mit dem PC .....	260
Universalregler .....	261
Lageregelung bei Arbeitsmaschinen .....	262
Logikmodul LOGO! .....	263
Binäre Verknüpfungen der Steuerungs- und Regelungstechnik .....	266
Speicherprogrammierbare Steuerung SPS .....	267
SPS-Funktionsbausteine .....	272

Programmiersprachen StrukturierterText ST,	
Ablaufsprache AS .....	273
Bibliotheksfähiges Programmieren von SPS .....	275
SPS-Programmierung nach DIN EN 61131-3 .....	276
Phasen der SPS-Programmentwicklung .....	278
Regelung mittels SPS .....	279

## **Teil A: Elektrische Anlagen und Antriebe, mechatronische Systeme** **283**

Grenzwerte der Anschlussleitung im öffentlichen Netz .....	284
Arbeiten in elektrischen Anlagen .....	285
Messungen in elektrischen Anlagen .....	286
Alphanumerische Kennzeichnung der Anschlüsse .....	289
Schutzarten elektrischer Betriebsmittel .....	290
Elektronische Steuerungen von Verbrauchsmitteln .....	291
Stromrichter, Gleichrichter .....	292
Transformatoren der Energietechnik .....	297
Regelung mittels Netzspannung .....	299
Regelung der Netzfrequenz .....	300
Betriebsarten .....	301
Isolierstoffklassen, Bemessungsleistungen .....	302
Betriebsdaten von Käfigläufermotoren .....	303
Bauformen von drehenden elektrischen Maschinen .....	304
Leistungsschilder von drehenden elektrischen Maschinen .....	305
Einquas-Wechselstrommotoren .....	306
Drehstrommotoren, Gleichstrommotoren .....	307
Drehstrommotoren für Stromrichterspeisung .....	308
Servomotoren .....	309
Prüfung elektrischer Maschinen .....	311
Schrittmotoren .....	312
Kleinstantriebe .....	313
Getriebe .....	315
Linearantriebe .....	316
Antriebstechnik .....	319
Effizienz von elektrischen Antrieben .....	320
Wahl des Antriebsmotors .....	321
Motorschutz .....	322
Anlassen von Kurzschlussläufermotoren .....	323
Netze der Energietechnik .....	325
Kurzzeichen an elektrischen Betriebsmitteln .....	326
Überlastschutz und Kurzschlusschutz von Leitungen .....	327
Mindest-Leiterquerschnitte, Leitungsschutzschalter .....	328
Niederspannungs-Schmelzsicherungen .....	329
Überstrom-Schutzeinrichtungen für Geräte .....	330
Schutz gegen thermische Auswirkungen .....	331
Verlegearten für feste Verlegung .....	332
Strombelastbarkeiten .....	333
Umrechnungsfaktoren für die Strombelastbarkeit .....	337
Stromgefährdung, Berührungsarten, Fehlerarten .....	338
Schutzmaßnahmen, Schutzklassen .....	340
Systeme und Fehlerschutz mit Schutzleiter .....	341
Basisschutz und Fehlerschutz .....	342
Differenzstromschutzschalter RCD .....	343
Differenzstromüberwachungsgerät RCM .....	344
Fehlerschutz .....	345

Erstprüfung der Schutzmaßnahmen .....	348
Wiederkehrende Prüfungen .....	349
Spezielle Niederspannungs-Anlagen .....	350
Elektroinstallation in Unterrichtsräumen .....	351
Stromversorgung elektronischer Geräte .....	352
Sicherheits-Stromversorgungsanlagen .....	353
Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme .....	354
Akkumulatorenräume .....	355
Elektrische Energieversorgung von Werkstätten und Maschinenhallen .....	356
Schaltschrankaufbau .....	357
Leitungsverlegung im Schaltschrank .....	358
Schaltschrank-Klimatisierung .....	359
Instandsetzung, Änderung und Prüfung elektrischer Geräte .....	361
Elektrische Ausrüstung von Maschinen .....	362
Prüfung der elektrischen Ausrüstung von Maschinen .....	364
Sicherheits-NOT-AUS-Relais .....	365
Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen .....	366
Funktionale Sicherheit nach SIL .....	368
Sicherheitsfunktionsn .....	369
Sicherheits-SPS .....	370
Mechatronische Systeme .....	371
Funktionsdiagramme .....	373
Ablaufsteuerungen .....	374
Druckluftaufbereitung .....	384
Zylinder und Pumpen .....	385
Druckventile und Wegeventile .....	386
Automatisierte Schraubersysteme .....	387
Inbetriebnahme mechatronischer Systeme .....	388
Fehlerdiagnose in mechatronischen Systemen .....	390
Instandhaltung mechatronischer Systeme .....	393
Mittel zur vorausschauenden Instandhaltung .....	394

## **Teil D: Digitaltechnik, Informationstechnik** **395**

Binäre Verknüpfungen .....	396
KV-Diagramme .....	397
Codeumsetzer .....	398
ASCII-Code und Unicode .....	399
Identifikationssysteme .....	400
Bistabile Kipperschaltungen .....	401
Digitale Zähler und Schieberegister .....	402
DA-Umsetzer und AD-Umsetzer .....	403
Komparatoren, S & H-Schaltungen .....	404
Halbleiterspeicher .....	405
Bewegbare Datenspeicher .....	406
Optische Speicher .....	407
Begriffe der Informationstechnik .....	409
Betriebssystem Windows .....	411
Arbeiten mit der Computermouse .....	412
Windows-10-Tasten-Kürzel .....	413
Arbeiten mit PowerPoint .....	414
Arbeiten mit Excel .....	415
Gefahren der Computersabotage .....	416
Maßnahmen gegen Computerviren .....	417
Datensicherung, Kopierschutz .....	418
Netze der Informationstechnik .....	419

Komponenten für Datennetze .....	420
AS-i-Bussystem .....	421
Linien und Bereiche beim KNX-TP .....	422
Projektionierung und Inbetriebnahme beim KNX .....	423
Local Control Network LCN .....	425
Ethernet-Netzwerke .....	426
Berührungsbildschirme, Bediengeräte .....	428
PROFIBUS, PROFINET .....	429
IO-Link .....	430
CAN-Bus .....	431
Anwendung von Bluetooth in Betrieben .....	432
Sicherheits-Bussysteme .....	433
Internet und seine Dienste .....	434
Internet der Dinge .....	435
Fernwartung mit Windows .....	436
Störungen bei Funkübertragungen in Werkstätten ..	437
Segmentierung von WLAN .....	438
IT-Ausstattung eines Service-Mitarbeiters .....	439
Elektronik-Werkzeuge .....	440
Bildzeichen für numerisch gesteuerte Werkzeug- maschinen .....	441
Struktur der Numerischen Steuerung .....	442
Koordinaten bei CNC-Maschinen .....	443
Programmaufbau bei CNC-Maschinen .....	444
CNC-Bearbeitungszyklen .....	447
Arbeitsbewegungen bei Senkrecht-Fräsmaschinen ..	448
Arbeitsbewegungen bei Drehmaschinen .....	449
Handhabungstechnik .....	450
Industrieroboter .....	451
Arbeitssicherheit bei Robotern .....	453
Grenztaster .....	454

## Teil V: Verbindungstechnik, Umwelttechnik 455

Kleben .....	456
Gewindearten, Übersicht .....	457
Ausländische Gewinde .....	458
Metrische Gewinde .....	459
Whithworth-Gewinde, Rohrgewinde .....	460
Schrauben .....	461
Sechskantschrauben .....	463
Passschrauben, Senkschrauben .....	464
Schrauben, Blechschrauben .....	465
Dübel .....	466
Gewindestifte .....	467
Senkungen .....	468
Muttern .....	470
Scheiben .....	472
Sicherheit von Schraubensicherungen .....	474
Stifte .....	475
Passfedern, Scheibefedern .....	477
Federn .....	478
Übersicht von Wälzlagern .....	479
Einbau und Ausbau von Wälzlagern .....	481
Kugellager, Nadellager .....	482
Gleitlager, Nutmuttern .....	483
Sicherungsringe, Sicherungsscheiben, Sicherungsbleche .....	484
Dichtelemente .....	485

ISO-System für Grenzmaße und Passungen .....	486
Passungen, System Einheitsbohrung .....	488
Passungen, System Einheitswelle .....	490
Passungsempfehlungen, Passungsauswahl .....	492
Allgemeintoleranzen .....	493
Steckverbinder .....	494
TAE-Anschlüsse, TAE-Anschluss-Stecker .....	496
Schnittstellenkopplungen .....	497
Schnittstellen USB, Firewire .....	498
Steckvorrichtungen der Energietechnik .....	499
Entsorgung .....	501
Gefahrensymbole und Gefahren- kennzeichnungen .....	502
Gefahrenhinweise H-Sätze .....	503
Sicherheitshinweise P-Sätze .....	504
Umgang mit Elektroschrott .....	506
Schall und Lärm .....	507
Elektromagnetische Verträglichkeit EMV .....	508
Elektromagnetische Störungen EMI .....	509
Schutz gegen Überspannungen von außen .....	510

## Teil B: Der Betrieb und sein Umfeld, Anhang 511

Zeichen und Farben zur Unfallverhütung .....	512
Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV .....	514
Industriespionage .....	515
Arbeitsvorbereitung .....	516
Kennzahlen in der Produktion .....	518
Begriffe im Arbeitsrecht .....	519
Bestandteile eines Tarifvertrages .....	520
Methoden des Qualitätsmanagements .....	521
Qualitätsmanagement .....	522
Statistische Auswertungen .....	523
Statistische Prozesssteuerung SPC .....	524
Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit .....	526
EU-Maschinenrichtlinie .....	527
CE-Kennzeichnung .....	528
PLM, ERP, MES .....	529
Durchführung von Projekten .....	530
Lastenheft, Pflichtenheft .....	531
Präsentation eines Projektes .....	532
Präsentation durch Vortrag .....	533
Durchführung von Kundens Schulungen .....	534
Kosten und Kennzahlen .....	535
Kalkulation der Kosten .....	536
Betriebsabrechnungsbogen BAB .....	537
Normen .....	538
Wichtige Normen .....	539
VDE-Normen .....	542
Kurzformen von Fachbegriffen .....	546
Fachliches Englisch .....	552
Sachwortverzeichnis .....	559
Kennzeichnung elektrischer explosionsgeschützter Betriebsmittel nach ATEX .....	578
Anwenden der Referenzkennzeichnung nach DIN EN 81346 .....	579
Unterstützende Firmen, Dienststellen und Bildungseinrichtungen .....	580
Bildquellenverzeichnis .....	583
Literaturverzeichnis .....	584