

## Inhalt

<b>Grundlagen.....</b>	<b>11</b>
Physikalische Größen, Einheiten und Konstanten .....	11
Formelzeichen und Einheiten .....	13
Mathematische Zeichen .....	15
Zahlensysteme .....	16
Rechnen mit Dualzahlen .....	17
Codes .....	18
Mathematische Grundlagen .....	22
Formelumstellung .....	25
Flächenberechnung .....	26
Volumenberechnung .....	27
Physikalische Formeln .....	28
Mechanik .....	29
Einfache Antriebe .....	31
Formeln der Elektrotechnik .....	32
Gleichstromtechnik .....	32
Elektrisches Feld .....	36
Magnetisches Feld .....	38
Wechselstromtechnik .....	40
Drehstromtechnik .....	49
Symbole und Schaltzeichen der Elektrotechnik .....	52
<b>Bauelemente der Elektrotechnik .....</b>	<b>63</b>
Elektrische Widerstände .....	63
Nichtlineare Widerstände .....	66
Heißeleiter .....	66
Kaltleiter .....	67
Spannungsabhängige Widerstände .....	67
Kondensatoren .....	68
Halbleiterbauelemente .....	71
Kennzeichnung von Halbleitern .....	71
Farbcodierung von Dioden .....	72
Bipolare Transistoren .....	74
Feldeffekttransistoren .....	76
Thyristoren .....	79
Optoelektronische Bauelemente .....	81
Operationsverstärker .....	85
Wichtige Kenndaten des Operationsverstärkers .....	85
Grundsaltungen mit Operationsverstärkern .....	86
Logische Verknüpfungen .....	88
NAND- und NOR-Schaltungstechnik .....	91
Bistabile Kippglieder .....	91
Zeitverzögerung .....	93
Schaltalgebra .....	94
Schaltkreisfamilien .....	95
Arbeitstabelle .....	96
Wahrheitstabelle .....	96
Kühlung von Halbleiterbauelementen .....	99
Elektrochemische Spannungsquellen .....	99
Primärelemente .....	99
Sekundärelemente .....	101
Akkumulatoren .....	102
Fotovoltaik .....	104
<b>Errichtung elektrischer Anlagen .....</b>	<b>107</b>
Netzsysteme .....	107
Elektrische Anlagen bis 1000 V, Begriffe .....	109
Schutzmaßnahmen – Schutz gegen elektrischen Schlag .....	111
Wirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper .....	111

Schutz sowohl gegen direktes als auch bei indirektem Berühren .....	111
Schutz durch Kleinspannung – SELV und PELV .....	111
Schutz gegen elektrischen Schlag unter normalen Bedingungen .....	112
Schutzklassen .....	116
Schutzmaßnahmen im TN-System .....	116
Schutzmaßnahmen im TT-System .....	117
Schutzmaßnahmen im IT-System .....	118
Schutztrennung .....	119
Schutz durch RCD .....	120
RCD-Typen .....	120
Leitungen und Kabel .....	121
Leitungsberechnung .....	121
Mindestquerschnitte von Kabeln und Leitungen .....	122
Aderfarben .....	122
Spannungsangaben .....	123
Bauartkurzzeichen .....	123
Harmonisierte Leitungen .....	125
Leitungsverlegung, Strombelastbarkeit, Leitungsschutz .....	130
Prüfung von Anlagen und Verbrauchsmitteln .....	141
Erstprüfung .....	141
Messung der Durchgängigkeit des Schutzleiters .....	141
Messung des Isolationswiderstandes .....	143
Messung der Schleifenimpedanz .....	145
Messung des Erdungswiderstandes .....	146
Prüfung des Drehfeldes .....	147
Prüfung von Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) .....	147
Spannungsprüfung .....	149
Schutz gegen Restspannung .....	149
Prüfung elektrischer Geräte .....	149
Wiederholungsprüfungen .....	150
Schutzleiterprüfung .....	151
Messung des Isolationswiderstandes .....	152
Messung des Schutzleiterstromes .....	153
Messung des Berührungstromes .....	154
Nachweis der sicheren Trennung bei SELV und PELV .....	155
Funktionsprüfung .....	155
Beurteilung, Dokumentation .....	155
Blindleistungs-Kompensation .....	157
Berechnung der Kompensationskondensatoren .....	158
Blindleistungsregler .....	158
Kompensation von Transformatoren .....	160
Kompensation von Asynchronmotoren .....	160
Kompensation von Entladungslampen .....	160
Überspannungsschutz .....	160
Schutzkonzept .....	162
Auswahl der Ableiter .....	163
Starkstromkabel .....	165
Steckvorrichtungen .....	166
<b>Elektrische Maschinen und Antriebe .....</b>	<b>171</b>
Betriebsarten elektrischer Maschinen .....	171
Bauformen und Aufstellung .....	173
IP-Schutzarten .....	176
Erwärmung elektrischer Maschinen .....	179
Betriebswerte von oberflächengekühlten Drehstrommotoren .....	179
Normmaße von Drehstrommotoren .....	185
Drehstrom-Asynchronmotoren .....	187
Kondensaormotor .....	190
Gleichstrommotoren .....	192
Schrittmotoren .....	195
Bremsen von Elektromotoren .....	196
Servomotoren .....	197

Motorschutz .....	198
Standardschaltungen mit Elektromotoren .....	203
Transformatoren .....	205
Wichtige Größen des Transformators .....	206
Kurzschlussspannung .....	207
Drehstromtransformator .....	208
Sondertransformatoren .....	210
Messwandler .....	212
Auswahl des Antriebsmotors .....	212
Kühlung .....	213
Anpassung an die Arbeitsmaschine .....	213
Inbetriebnahme elektrischer Maschinen .....	214
Störungen bei Elektromotoren .....	215

## Messtechnik und Sensorik ..... 217

Grundbegriffe der Messtechnik .....	217
Darstellung von Messgrößen .....	218
Genauigkeitsklasse .....	218
Sinnbilder zur Beschriftung von Messgeräten .....	218
Zeigermessgeräte .....	219
Digitale Multimeter .....	220
Leistungsmessung .....	221
Messen mit dem Oszilloskop .....	222
Sensoren .....	225
Digitales Sensorsystem .....	226
Schaltzeichen von Messkettengliedern .....	226
Temperatursensoren .....	227
Widerstandsmessfühler .....	227
Thermoelemente .....	228
Weg- und Winkelmessung .....	229
Drehzahlmessung .....	231
Drehgeber .....	232
DMS-Bauformen .....	233
DMS-Messschaltungen .....	234
Drucksensoren .....	237
Induktive Näherungsschalter .....	239
Kapazitive Näherungsschalter .....	241
Ultraschallsensoren .....	241
Optoelektronische Sensoren .....	242
Füllstandsmessung .....	245
Durchflussmessung .....	245

## Automatisierungstechnik ..... 247

Grundbegriffe der Steuerungstechnik .....	247
Schütze .....	249
Relais .....	251
Schutzbeschaltung .....	253
Befehls- und Meldegeräte .....	254
Farben für Drucktaster, Leuchtdrucktaster und Anzeigen .....	254
Befehlsgeber und Leuchtmelder .....	254
Grenztaster .....	255
Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) .....	256
Binäre Verknüpfungen .....	257
Steueranweisungen .....	257
Operanden/Zuordnungsliste .....	258
Programmiersprachen AWL, FUP, KOP .....	258
Merker-Klammern .....	260
Abfrage von Öffnern .....	260
Speicher .....	261
Zeitfunktionen und Zähler .....	262
Programmsprung .....	264

Flankenauswertung .....	264
Ablaufsteuerung, Schrittsteuerung .....	265
Befehle, Aktionen .....	266
Lineare Schrittkette .....	268
Verzweigung, Sprung und Schleife .....	269
GRAFSET .....	269
Strukturierte Programmierung .....	271
Programmbausteine .....	271
Sprachelemente, Datentypen und Variablen .....	272
Variablen und Variablendeklaration .....	273
Strukturierter Text .....	274
Wortverarbeitung .....	276
Operationen und Operanden .....	276
Arithmetische Funktionen .....	277
Vergleichsfunktionen .....	277
Analogwertverarbeitung .....	277
Kleinsteuerung .....	278
Regelungstechnik .....	280
Regelkreis .....	280
Elemente einer Regelstrecke .....	281
Zeitverhalten von Führungsgrößen .....	281
Zeitverhalten von Regelkreisgliedern .....	282
Stetige Regeleinrichtungen .....	282
Stetige Regeleinrichtungen mit Operationsverstärkern .....	285
Regelstrecken .....	286
Zeitverhalten von Regelstrecken .....	287
Einstellung von Reglern .....	288
Verlauf eines Regelvorganges .....	288
Reglereinstellung nach Ziegler und Nichols .....	288
Reglereinstellung nach Chien, Hrones und Reswick .....	289
Zweipunktregelung .....	289
Industriebussysteme .....	290
ASI-Bus .....	291
Profibus .....	294
Interbus .....	298
CAN-Bus .....	298
Profinet-Industrial Ethernet .....	299
Maschinensicherheit .....	300
Sicherheitskategorien .....	301
Risikobeurteilung .....	302
Not-Befehleinrichtung .....	306
Not-Aus und Drahtbruchsicherheit .....	307
Zweihandverriegelung .....	307
Beschaltung einer SPS .....	307
Selbstüberwachende Sicherheitsschaltung .....	308
Not-Aus-Schaltgerät .....	308
Erdschlusssicherheit .....	309
Steuertransformator .....	310
Netzanschluss .....	310
Toleranzbereich der Versorgungsspannung .....	311
Elektromagnetische Verträglichkeit .....	312
EMV-Normen .....	312
Filtereinsatz .....	314
<b>Stromrichter .....</b>	<b>317</b>
Kennzeichnung von Stromrichtern .....	317
Ungesteuerte Stromrichter (Gleichrichter) .....	318
Gesteuerte Stromrichter .....	318
Wechselrichter .....	321
Drehzahlsteuerung von Drehfeldmaschinen .....	324
Betriebsdiagramm von Stromrichterantrieben .....	326
Gleichstromsteller .....	327

Wechselstromsteller .....	327
Schutz von Halbleitern und Stromrichtern .....	328
Halbleiterschütz .....	329
Softstarter .....	330
Frequenzumrichter .....	335
Netz- und Geräteventile .....	337
Schaltschrank und Leitungsführung .....	338
Spannungsversorgung von Betriebsmitteln .....	338
Kenndaten von Gleichrichterschaltungen zur Spannungsversorgung .....	339
Siebschaltungen und Spannungsstabilisierung .....	339
Schaltnetzteile .....	340
Oberschwingungen .....	342
<b>Installationstechnik .....</b>	<b>345</b>
Sicherheitsregeln .....	345
Arbeiten unter Spannung .....	345
Zulässiger Spannungsfall .....	346
Installationsrohre .....	346
<b>Technische Dokumentation .....</b>	<b>349</b>
Normung .....	349
Technisches Zeichnen .....	349
Papierformate .....	349
Beschriftung .....	349
Maßstäbe .....	349
Linien .....	349
Projektionen .....	349
Körperansichten .....	351
Bemaßung .....	352
Gewinde .....	355
Kennzeichnung von Schaltplänen .....	355
Kennzeichnung elektrischer Betriebsmittel .....	356
Stromlaufpläne .....	361
Regeln für Stromlaufpläne .....	361
Klemmverbindungen .....	363
Übergangswiderstand von Klemmen .....	364
Kontakttabellen .....	365
Hauptstromkreis und Steuerstromkreis .....	367
Anschlusstabelle (Klemmenplan) .....	369
Anordnungsplan .....	369
Stromkreisverteiler .....	370
Programmablaufplan (Flussdiagramm) .....	371
Elementare Programmstrukturen .....	371
Metalltechnische Bemaßung .....	374
Spezielle Maße .....	377
Maßeintragung .....	378
Toleranzen .....	380
Toleranzangaben in Zeichnungen .....	384
Formtoleranzen .....	385
Lagetoleranzen .....	386
Allgemeintoleranzen .....	388
Passungen .....	389
Auswahl von Passungen .....	390
System Einheitsbohrung .....	392
System Einheitswelle .....	394
Grenzabmaße für Bohrungen .....	396
Grenzabmaße für Wellen .....	396
Oberflächenangaben .....	398
Wärmebehandelte Werkstücke in Zeichnungen .....	402
Beschichtete Oberflächen .....	405
Schweißen und Löten .....	405

Darstellung von Schweißnähten .....	405
Bemaßung von Schweißnähten .....	408
Stoß- und Nahtarten .....	407
Symbole der Schweißtechnik .....	408
Kennzahlen für Schweiß- und Lötverfahren .....	409
Schweißpositionen .....	410
Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen .....	410
Gewindedarstellung .....	411
Löcher, Schrauben, Niete .....	413
Darstellung und Bemaßung von Löchern .....	414
Darstellung und Bemaßung von Gewinden .....	415
Darstellung und Bemaßung von Senkungen .....	417
Darstellung von Zentrierbohrungen .....	419
Rändel .....	420
Freistiche .....	421
Schraffuren .....	421
Werkstückkanten .....	422
Zahnräder, Sinnbilder für Getriebepläne .....	425
Dichtelemente .....	426
Wälzlager .....	428
Federn .....	430
Gewindeausläufe, Gewindefreistiche .....	431
Freistiche, Zentrierbohrungen .....	432
Senkungen .....	434

## **Informationstechnik .....** **439**

Anschlüsse eines Personalcomputers .....	439
Schnittstellen .....	439
Speichermedien .....	442
LAN/WLAN .....	443
Topologien .....	444
Wireless LAN .....	444
PC-Netzwerke .....	445
Netzwerkleitungen .....	445
Server .....	447
Netzwerkkomponenten .....	447
Netzwerkprotokolle .....	448
Ethernet .....	448
Echtzeit-Ethernet .....	449
Industrial Ethernet .....	449
Datensicherheit .....	450
Verfahren der Datensicherung .....	450
Datenschutzstrategie .....	450
Virenschutz .....	451
Datenschutz .....	451
Bundesdatenschutzgesetz .....	451
Maßnahmen zum Datenschutz .....	451

## **Anhang .....** **937**

Spezifischer Widerstand .....	937
Spezifische Leitfähigkeit .....	937
Temperaturbeiwert .....	937
Beziehung zwischen Einheiten .....	938
Längeneinheiten .....	939
Flächeneinheiten .....	939
Volumeneinheiten .....	940
Masseinheiten .....	941
Geschwindigkeits- und Beschleunigungseinheiten .....	942

Dielektrizitätszahlen fester und flüssiger Stoffe .....	944
Permeabilitätszahlen .....	944
Magnetisierungskurven .....	944
Koerzitivfeldstärken .....	944
Eisenblechkerne .....	945
Dauermagnetwerkstoffe .....	944
Werkstoffe für Gleichstromkreise .....	947
Stoffabscheidung durch Elektrolyse .....	948

<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>949</b>
----------------------------------	------------

<b>Normenverzeichnis .....</b>	<b>965</b>
<b>shortregister Elektrotechnik .....</b>	<b>979</b>
<b>shortregister Metalltechnik .....</b>	<b>987</b>

## Inhalt

<b>Grundlagen .....</b>	<b>465</b>
Flächenberechnung .....	465
Rechtwinkliges Dreieck .....	467
Strahlensätze .....	467
Längen .....	468
Teilungen .....	468
Gestreckte Länge .....	468
Volumen, Oberflächen .....	469
Masse .....	472
Dichte von Stoffen .....	473
Schwerpunkt .....	474
Kraft, Bewegung .....	475
Reibung .....	478
Hebel, Drehmoment .....	479
Zahnradgetriebe .....	480
Rolle, Flaschenzug, Winde .....	480
Arbeit, Energie .....	482
Leistung .....	485
Wirkungsgrad .....	486
Fluidtechnik .....	486
Wärme .....	492
Belastungsarten .....	498
Beanspruchungsarten .....	498
Festigkeitslehre .....	499
Biegung .....	502
Torsion, Kerbwirkung .....	503
Axiale und polare Trägheits- und Widerstandsmomente .....	504
Symbole der Metalltechnik .....	506

<b>Werkstofftechnik .....</b>	<b>513</b>
Periodensystem der Elemente .....	513
Stoffwerte chemischer Elemente .....	514
ph-Wert .....	515
Stoffwerte wichtiger Werk- und Hilfsstoffe .....	516
Chemische Stoffe und Formeln .....	517
Längenausdehnungszahlen .....	517
Bezeichnung für Stähle .....	518
Grenzgehalte für die Einteilung der Stähle .....	521
Kurznamen von Stählen .....	522
Zusatzsymbole der Stähle .....	524
Werkstoffnummern .....	526
Stahlgruppennummern .....	527
Erzeugnisse aus unlegiertem Baustahl .....	529
Wichtige Stahlsorten .....	530
Automatenstähle .....	530
Einsatzstähle .....	531
Vergütungsstähle .....	531
Baustähle für spezielle Verwendungszwecke .....	532
Schweißgeeignete Feinkornbaustähle .....	533
Kohlenstoffarme, unlegierte Stähle für Schrauben, Muttern und Niete .....	533
Warmgewalzte Stähle für vergütbare Federn .....	533
Federstahldraht .....	534
Nicht rostende Stähle .....	534
Nicht rostende Chromstähle .....	534
Druckbehälterstähle .....	534
Warmfeste Druckbehälterstähle und warmfeste Rohrstähle .....	535

Nicht rostende Chrom-Nickel-Stähle .....	536
Werkzeugstähle .....	537
Schnellarbeitsstähle .....	537
Unlegierte und legierte Kaltarbeitsstähle, Warmarbeitsstähle, Schnellarbeitsstähle .....	538
Eisen-Gusswerkstoffe .....	539
Gusseisen mit Lamellengrafit, Grauguss .....	539
Stahlguss für Druckbehälter .....	540
Temperguss .....	541
Gusseisen mit Lamellengrafit .....	542
Gusseisen mit Kugelgrafit .....	542
Bainitisches Gusseisen .....	543
Austenitisches Gusseisen .....	543
Formen von Maßtoleranzen von Stahlerzeugnissen .....	543
Werkstoffkurzzeichen und Werkstoffnummern .....	554
Werkstoffnummern für Gusseisenwerkstoffe .....	554
Werkstoffbezeichnung für Gusseisenwerkstoffe .....	555
Stoffeigenschaftsänderungen von Stahl .....	555
Wärmebehandlungsverfahren .....	555
Glühen .....	555
Härten .....	556
Vergüten .....	556
Eisen-Kohlenstoff-Diagramm .....	557
Vergütungsstähle .....	558
Nicht rostende Stähle .....	558
Einsatzstähle .....	559
Druckbehälterstähle .....	560
Nitrierstähle .....	560
Werkzeugstähle .....	561
Automatenstähle .....	564
Federstahl .....	565
Stähle für Flamm- und Induktionshärten .....	565
Nichteisenmetalle .....	566
Systematische Bezeichnung .....	566
Zustandsbezeichnung für Kupfer/Kupferlegierungen .....	566
Europäisches Werkstoffnummernsystem für Kupfer und Kupferlegierungen .....	567
Werkstoffnummern – Systematik Hauptgruppe 2 und 3 .....	567
Kurzzeichen von Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen .....	568
Chemische Zusammensetzung, Erzeugnisformen von Aluminium und Aluminiumlegierungen .....	571
Profile aus Aluminium, Aluminium-Knetlegierungen .....	576
Magnesium-Knetlegierungen .....	579
Magnesium- und Titanlegierungen .....	579
Verbundwerkstoffe (Gleitlagerwerkstoffe) .....	580
Bleilegierungen für allgemeine Verwendung .....	580
Gleitlagerwerkstoffe .....	581
Sinterwerkstoffe .....	582
Schneidstoffe .....	583
Schmierstoffe .....	585
Ökologische Aspekte von Kühlschmiermitteln .....	585
Korrosion und Korrosionsschutz .....	587
Behandlung von Metalloberflächen .....	587
Korrosionsschutz von Metallen .....	589
Korrosionsarten .....	590
Korrosionsverhalten wichtiger Metalle .....	591
Kunststoffe .....	592
Einteilung von Kunststoffen .....	592
Kennbuchstaben und Kurzzeichen von Kunststoffen .....	592
Thermoplastische Kunststoffe für Gleitlager .....	595
Verhalten von Kunststoffen unter Temperatureinfluss .....	596
Eigenschaften, Verwendung und Verarbeitung von Kunststoffen .....	597
Verbundwerkstoffe .....	599
Werkstoffprüfung .....	601
Werkstoffprüfung von Metallen .....	601
Spannungs-Dehnungs-Diagramm .....	601

Zugproben .....	601
Druckversuch .....	602
Kerbschlag-Biegeversuch .....	602
Scherversuch .....	603
Dauerschwingversuch .....	603
Wöhlerverfahren .....	604
Härteprüfung nach Brinell .....	604
Härteprüfung nach Rockwell .....	605
Härteprüfung nach Vickers .....	607
Martenshärte durch Eindringprüfung .....	608
Zerstörungsfreie Prüfverfahren .....	608
Werkstoffprüfung von Kunststoffen .....	609

## **Fertigungstechnik .....** **613**

Fertigungsverfahren .....	613
Hauptgruppen .....	613
Begriffe des Spanens .....	613
Werkzeug-Anwendungsgruppen .....	615
Schneidstoffe .....	615
Kühlschmierstoffe .....	617
Drehzahldiagramm .....	618
Anwendungsrichtlinien .....	619
Spezifische Schnittkraft .....	620
Bohren .....	620
Bohrertypen und Einsatzgebiete .....	621
Bohren mit Spiralbohrern aus Schnellarbeitsstahl, Schnittdaten .....	622
Bohren mit Spiralbohrern aus Hartmetall, Schnittdaten .....	623
Probleme und deren Abhilfe beim Bohren .....	623
Reiben und Gewindebohren .....	623
Maschinelles Gewindebohren und Gewindeformen, Schnittdaten .....	624
Zulässige Abweichung beim Bohren .....	625
Bohrungsarten .....	625
Bohr- und Senkverfahren .....	625
Aufbohren und Senken .....	625
Gewindeschneiden .....	627
Drehen .....	628
Benennungen und Winkel am Drehmeißel .....	628
Drehmeißel .....	629
Wendeschnidplatten .....	629
Drehmeißel aus HSS .....	630
Wendeschnidplatten aus HM .....	631
Richtwerte für das Drehen von Kunststoffen .....	632
Kegeldrehen .....	633
Gewindedrehen .....	634
Klassifizierung und Anwendung harter Schneidstoffe .....	634
Bezeichnung von Wendeschneidplatten .....	635
Klemmhalter mit Vierkantschaft für Wendeschneidplatten .....	636
Klemmhalter mit Zylinderschaft für Wendeschneidplatten zum Innendrehen .....	637
Probleme und deren Abhilfe beim Drehen .....	638
Hobeln und Stoßen .....	639
Hobelmeißel .....	639
Richtwerte für Hobeln und Stoßen .....	639
Fräsen .....	640
Benennungen und Winkel am Fräser .....	640
Fräser aus Schnellarbeitsstahl, Schnittdaten .....	641
Fräser mit Hartmetallschneiden, Schnittdaten .....	642
Werkzeuge mit Wendeschneidplatten .....	643
Hartfräsen mit beschichteten Vollhartmetall-Werkzeugen .....	644
Probleme und deren Abhilfe beim Fräsen .....	644
Teilen .....	645
Schleifen .....	646

Eigenschaften der Schleifkörper .....	647
Geschwindigkeitsverhältnis .....	648
Farbcodierung der zulässigen Umfangsgeschwindigkeit .....	648
Schnitttiefe und Vorschub .....	649
Bezeichnung von Schleifscheiben .....	649
Schleifmittel .....	650
Biegen .....	651
Biegeradien .....	651
Berechnung der Zuschnittlängen .....	651
Ausgleichswert für Biegewinkel .....	652
Biegerückfederung .....	653
Spanende Kunststoffbearbeitung .....	653
Bohren und Sägen .....	653
Drehen und Fräsen .....	654
Arbeitsvorbereitung .....	654
Ermittlung der Vorgabezeit nach REFA .....	654
Kostenkalkulation .....	656
Hauptnutzungszeit .....	657
Bohren, Reiben, Senken, Gewindebohren .....	657
Hobeln, Stoßen .....	657
Drehen .....	658
Gewindedrehen .....	658
Fräsen .....	659
Schleifen .....	661
Schweißen und Löten .....	662
Einteilung der Schweißverfahren .....	662
Schweißpositionen .....	663
Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen .....	663
Schmelzschweißverfahren .....	664
Bewertung von Schweißnähten an Stahl .....	664
Schweißnahtvorbereitung für Stahl .....	666
Farbkennzeichnung von Gasflaschen .....	666
Gasverbrauch beim Schweißen von Stahl .....	668
Gasflaschen .....	669
Schweißstäbe .....	669
Lichtbogenschmelzschweißen .....	669
Stabelektroden .....	669
Elektrodenbedarf .....	671
Schweißnahtvolumen .....	671
Nahtquerschnitt .....	672
Schutzgasschweißen .....	672
Einteilung der Schutzgase .....	673
WIG-Schweißen .....	674
MAG-Schweißen .....	674
MIG-Schweißen .....	675
Thermisches Schneiden .....	675
Autogenes Brennschneiden .....	675
Plasmaschneiden .....	676
Laserschneiden .....	676
Löten .....	677
Einteilung der Lötverfahren .....	677
Weichlote .....	678
Flussmittel zum Weichlöten .....	679
Hartlote .....	679
Flussmittel zum Hartlöten .....	680
Kleben .....	681
Klebeart, Werkstoffe .....	681
Abbindebedingungen .....	681
Vorbehandlung der Klebeflächen .....	682
Kunststoffkleben .....	682
Metallkleben .....	682
Kunststoffschweißen .....	683
Schmierstoffe .....	684

Benennung von Schmierstoffen .....	684
Schmieröle, Sonderöle, Hydraulikflüssigkeiten, Syntheseflüssigkeiten .....	684
Kennbuchstaben und Symbole für Schmierfette .....	687
Mindestanforderungen an Hydraulikflüssigkeiten .....	688
Festschmierstoffe .....	689
CNC-Werkzeugmaschinen .....	690
Koordinatenachsen und Bewegungsrichtungen .....	690
Bezugspunkte .....	690
Aufbau von CNC-Programmen .....	691
Adressbuchstaben, Sonderzeichen .....	692
Wegbedingungen, Adressbuchstabe G .....	693
Zusatzfunktionen, Adressbuchstabe M .....	694
Befehlskodierung nach DIN .....	696
Werkzeugbahnkorrekturen .....	696
Befehlskodierung von PAL-CNC-Drehmaschinen .....	697
Befehlskodierung von PAL-CNC-Fräsmaschinen .....	707
Programmierverfahren .....	718
Manuelle Programmierung .....	718
Werkstattprogrammierung .....	718
Maschinelle Programmierung .....	718
Flexible Fertigungssysteme .....	720
Handhabungs- und Robotertechnik .....	721
Industrieroboter .....	722

### **Mess- und Prüftechnik .....** **731**

Begriffe und Definitionen .....	731
Messtechnische Begriffe .....	734
Grundsätze der Längenprüftechnik und Messgeräte .....	737
Winkelmessgeräte .....	747
Maßverkörperungen .....	749
Lehren .....	751
Oberflächenprüftechnik .....	758
Qualitätsmanagement .....	760
Begriffe und Definitionen .....	760
Qualitätsregelkarte .....	765
Prozessverläufe .....	766
Qualitätsmanagementsysteme .....	769
Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik .....	772

### **Fluidtechnik.....** **775**

Pneumatik .....	775
Druckluftherzeugung .....	775
Druckluftaufbereitung .....	776
Rohrleitungsverlegung .....	777
Pneumatikzylinder .....	778
Luftverbrauch .....	778
Kolbenkraft .....	779
Kolbengeschwindigkeit .....	780
Pneumatikventile .....	781
Wegeventile .....	781
Verzögerungsventile .....	781
Druckventile .....	782
Druckluftmotoren .....	783
Pumpen .....	784
Logische Verknüpfungen mit Pneumatikelementen .....	784
Pneumatische Grundsteuerungen .....	786
Funktionsdiagramme .....	788
Wegabhängige Ablaufsteuerungen .....	790
Elektropneumatische Steuerungen .....	791
Magnetventile .....	791

Grundsaltungen der Elektropneumatik .....	792
Hydraulik .....	794
Hydrauliköle .....	794
Berechnung hydraulischer Anlagen .....	796
Bauelemente einer Hydraulikanlage .....	798
Hydraulikzylinder .....	799
Hydraulische Ventile .....	800
Schaltung von Hydraulikventilen .....	801
Druckventile .....	802
Stromventile, Drosselventile .....	804
Sperrventile .....	804
Hydrospeicher .....	805
Schläuche und Rohre .....	805
Hydrauliksteuerungen .....	806
Proportionalventile .....	811

## **Maschinenelemente ..... 813**

Gewinde .....	813
Gewindearten .....	813
Zusätzliche Eigenschaften von Gewinden .....	815
Empfohlene Toleranzklassen für Außengewinde .....	815
Metrisches ISO-Gewinde .....	816
Feingewinde .....	816
Rohrgewinde .....	817
Withworth-Rohrgewinde .....	817
Metrisches ISO-Trapezgewinde .....	818
Gewindeausläufe und Gewindefreistriche .....	818
Schrauben .....	819
Schraubenformen .....	819
Bezeichnung von Schrauben .....	822
Festigkeitsklassen von Stahlschrauben .....	822
Mindesteinschraubtiefen .....	823
Durchgangsbohrungen für Schrauben .....	823
Kennzeichnungen auf Stahlschrauben und Muttern .....	824
Kopfformen von Schrauben .....	824
Gewindearten und Bolzenenden .....	824
Sechskantschrauben .....	824
Zylinderschrauben .....	826
Senkschrauben .....	827
Hammerschrauben .....	828
Verschlusschrauben .....	828
Gewindestifte .....	829
Blechschrauben .....	829
Kräfte in einer Schraubenverbindung .....	830
Mechanische Eigenschaften von Schrauben .....	830
Vorspannkkräfte und Anziehdrehmomente .....	831
Auswahl von Schaftschrauben .....	832
Gewinde .....	832
Metrisches ISO-Gewinde und Toleranzen .....	832
Grenzmaße für Außen- und Innengewinde .....	833
Einschraubtlängen .....	833
Muttern .....	834
Bezeichnung von Muttern .....	834
Festigkeitsklassen von Muttern .....	834
Kombination Muttern mit Schrauben .....	835
Abstreiffestigkeit von Muttern .....	835
Ausführungsformen von Muttern .....	836
Schlüsselweiten .....	841
Vierkante .....	842
Scheiben .....	842
Stifte, Kerbnägcl, Blindniete .....	846

Bolzen, Splinte .....	852
Sicherungsringe, Pass- und Stützscheiben .....	853
Schraubensicherungen .....	854
Dichtelemente .....	855
Passfedern, Scheibenfedern, Nuten .....	857
Wellenenden, Keilwellen-Verbindungen .....	859
Werkzeugkegel .....	860
Wälzlager .....	861
Bezeichnung von Wälzlagern .....	861
Auswahl und Verwendung von Wälzlagern .....	863
Toleranzklassen von Wälzlagern .....	864
Wälzlager, Bezeichnungen, Kennzeichen .....	864
Ausführungsformen von Wälzlagern .....	868
Gleitlager .....	871
Schmiernippel .....	873
Federn .....	875
Kupplungen .....	878
Normteile für den Vorrichtungsbau .....	879
Zahnradtriebe .....	889
Riementriebe .....	890
Schneckentriebe .....	894
Rollenketten .....	895

### **Arbeits- und Umweltschutz, Instandhaltung ..... 897**

Kennzeichnung von Rohrleitungen .....	897
Arbeitsplatzgrenzwert .....	897
Biologischer Grenzwert .....	897
Biologischer Wert .....	897
Schutz von Gefahrstoffen am Arbeitsplatz .....	898
Aufnahme von Gefahrstoffen .....	898
Lärmschutz .....	898
Abfälle .....	899
Entsorgung von Sonderabfällen .....	899
Verpackungsverordnung .....	900
Recycling von Kunststoffen und Metallen.....	901
Hinweisschilder zur Arbeitssicherheit .....	902
Sicherheitskennzeichen .....	902
Verbotszeichen .....	902
Warnzeichen .....	903
Brandschutzzeichen .....	904
Gebotszeichen .....	904
Rettungszeichen .....	905
Gefahrensymbole .....	905
MAK-Werte .....	906
Prüfzeichen .....	907
Bezeichnung der besonderen Gefahren (R-Sätze) .....	907
Sicherheitsratschläge (S-Sätze) .....	908
GHS/CLP .....	909
Verhalten in Notfällen .....	911
Instandhaltung .....	912
Wichtige Begriffe der Instandhaltung .....	912
Abnutzungsvorrat .....	913
Fehlermanagement und Fehlersuche .....	914
Total Productive Maintenance (TPM) .....	914

### **Berufsübergreifende Qualifikationen ..... 917**

Produktionsfaktoren .....	917
Betrieb und Unternehmung .....	917
Umwelt und Betrieb .....	918

Arbeitsvertrag .....	919
Arbeitszeit .....	920
Arbeitszeugnis .....	920
Arbeitsschutz .....	921
Weiterbildung .....	921
Kündigung und Kündigungsschutz .....	922
Versicherungsarten, Versicherungsprinzipien .....	923
Gesetzliche Sozialversicherung .....	923
Lohn- und Gehaltsabrechnung .....	925
Arbeitsgericht .....	925
Sozialgericht .....	926
Tarifrecht .....	926
Betriebsrat .....	927
Rechtsgeschäfte .....	928
Betriebliche Kennzahlen .....	929
Kalkulation .....	930
Kaufvertrag .....	933
Abschreibung .....	933
Rechtsformen der Unternehmung .....	934

## **Anhang .....** 937

Spezifischer Widerstand .....	937
Spezifische Leitfähigkeit .....	937
Temperaturbeiwert .....	937
Beziehung zwischen Einheiten .....	938
Längeneinheiten .....	939
Flächeneinheiten .....	939
Volumeneinheiten .....	940
Masseinheiten .....	941
Geschwindigkeits- und Beschleunigungseinheiten .....	942
Dielektrizitätszahlen fester und flüssiger Stoffe .....	943
Permeabilitätszahlen .....	944
Magnetisierungskurven .....	944
Koerzitivfeldstärken .....	944
Eisenblechkerne .....	945
Dauermagnetwerkstoffe .....	946
Werkstoffe für Gleichstromkreise .....	947
Stoffabscheidung durch Elektrolyse .....	948

## **Sachwortverzeichnis .....** 949

<b>Normenverzeichnis .....</b>	<b>965</b>
<b>shortregister Elektrotechnik .....</b>	<b>979</b>
<b>shortregister Metalltechnik .....</b>	<b>987</b>