

# Inhaltsverzeichnis

## 1 Technische Mathematik

9

### 1.1 Einheiten im Messwesen

- SI-Basisgrößen und Basiseinheiten . 10
- Abgeleitete Größen und Einheiten . 10
- Einheiten außerhalb des SI . 12

### 1.2 Formeln

- Formelzeichen, mathem. Zeichen . 13
- Formeln, Gleichungen, Diagramme . 14
- Umstellen von Formeln . 15
- Größen und Einheiten . 16
- Rechnen mit Größen,  
Prozentrechnung, Zinsrechnung . 17

### 1.3 Winkel und Dreiecke

- Winkelarten, Satz des Pythagoras . 18
- Funktionen im Dreieck . 19

### 1.4 Längen

- Teilung von Längen . 20

- Gestreckte Länge, Rohlänge . 21

### 1.5 Flächen

- Eckige Flächen . 22
- Dreiecke, Vielecke, Kreis . 23
- Kreisausschnitt, Kreisring . 24
- Ellipse . 24

### 1.6 Volumen und Oberfläche

- Würfel, Vierkantprisma, Zylinder,  
Hohlzylinder, Pyramide . 25
- Pyramidenstumpf, Kegel,  
Kegelstumpf, Kugel, Kugelabschnitt . 26

### 1.7 Masse

- Volumen zusammengesetzter  
Körper, Berechnung der Masse . 27

### 1.8 Schwerpunkte

- Linien- und Flächenschwerpunkte . 28

## 2 Technische Physik

29

### 2.1 Bewegungen

- Konstante Bewegung,  
beschleunigte Bewegung . 30
- Geschwindigkeiten an Maschinen . 31

### 2.2 Kräfte

- Erkennen wirkender Kräfte . 32
- Darstellung von Kräften . 33
- Kräfteermittlung . 34
- Arten von Kräften . 35
- Drehmoment . 36

### 2.3 Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad

- Einfache Maschinen und Energie . 37
- Leistung und Wirkungsgrad . 38

### 2.4 Reibung

- Reibungskraft, Reibungsarten,  
Reibungszahlen . 39

### 2.5 Druck in Flüssigkeiten und Gasen

- Druckarten, Hydraulische  
Kraftübersetzung . 40
- Druckübersetzung,  
Durchflussgeschwindigkeit,  
Zustandsänderung . 41

### 2.6 Festigkeitslehre

- Belastungsfälle, Grenzspannungen . 42
- Festigkeitswerte, Sicherheitszahlen . 43
- Beanspruchungsarten . 44
- Beanspruchung auf Biegung,  
Flächenpressung . 46
- Tangentialspannungen . 47
- Flächen-, Widerstandsmomente . 48
- Knickung . 49
- Dynamische Festigkeit . 50
- Gestaltfestigkeit . 51
- Festigkeitsrechnung (Beispiel) . 52

### 2.7 Wärmetechnik

- Auswirkungen bei  
Temperaturänderungen . 53
- Wärme beim Schmelzen,  
Verdampfen, Verbrennen . 54

### 2.8 Elektrotechnik

- Größen und Einheiten, Ohmsches  
Gesetz, Widerstand . 55
- Stromdichte, Schaltung von  
Widerständen . 56
- Stromarten . 57
- Elektrische Arbeit und Leistung,  
Transformator . 58

|          |                                                                         |            |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3</b> | <b>Technische Kommunikation</b>                                         | <b>59</b>  |
| 3.1      | <b>Geometrische Grundkonstruktionen</b>                                 |            |
|          | Koordinatensystem .....                                                 | 60         |
|          | Flächendiagramme .....                                                  | 61         |
|          | Strecken, Lote, Winkel .....                                            | 62         |
|          | Tangenten, Kreisbögen, Vielecke ...                                     | 63         |
|          | Inkreis, Umkreis, Kreismittelpunkt,<br>Evolute, Parabel, Hyperbel ..... | 64         |
| 3.2      | <b>Zeichnungselemente</b>                                               |            |
|          | Schriftzeichen .....                                                    | 65         |
|          | Normzahlen, Radien, Maßstäbe ....                                       | 66         |
|          | Zeichenblätter .....                                                    | 67         |
|          | Stücklisten, Positionsnummern ....                                      | 68         |
|          | Linien .....                                                            | 69         |
| 3.3      | <b>Darstellungen in Zeichnungen</b>                                     |            |
|          | Grundregeln für die Darstellung,<br>Projektionsmethoden .....           | 71         |
|          | Ansichten .....                                                         | 73         |
|          | Schnittdarstellung .....                                                | 75         |
| 3.4      | <b>Maßeintragung</b>                                                    |            |
|          | Schraffuren, Systeme der<br>Maßeintragung .....                         | 77         |
|          | Maßeintragung in Zeichnungen ....                                       | 78         |
|          | Zeichnungsvereinfachung .....                                           | 84         |
|          | Bemaßungsarten .....                                                    | 85         |
| 3.5      | <b>GPS – Dimensionelle Tolerierung</b>                                  |            |
|          | ISO-GPS-System .....                                                    | 86         |
|          | Maßeintragung in Zeichnungen ....                                       | 87         |
|          | Dimensionelle Tolerierung .....                                         | 88         |
|          | ISO-System für Grenzmaße .....                                          | 89         |
|          | Passungsempfehlungen, -auswahl ..                                       | 89         |
|          | ISO-Passungen .....                                                     | 91         |
|          | Allgemeintoleranzen,<br>Wälzlagerpassungen .....                        | 98         |
|          | Spezifikation und Modifikation ....                                     | 101        |
|          | Hüllbedingung, Materialbedingung                                        | 102        |
| 3.6      | <b>Geometrische Tolerierung</b>                                         |            |
|          | Geometrische Tolerierung .....                                          | 103        |
| 3.7      | <b>GPS – Oberflächen- und<br/>Wärmebehandlungsangaben</b>               |            |
|          | Rauheitskenngrößen .....                                                | 109        |
|          | Oberflächenangaben .....                                                | 110        |
|          | Härteangaben .....                                                      | 116        |
| 3.8      | <b>Werkstückelemente</b>                                                |            |
|          | Butzen, Werkstückkanten .....                                           | 117        |
|          | Zentrierbohrungen, Rändel .....                                         | 118        |
|          | Freistiche .....                                                        | 119        |
|          | Gewindeausläufe, -freistiche .....                                      | 120        |
| 3.9      | <b>Maschinenelemente</b>                                                |            |
|          | Gewinde und<br>Schraubenverbindungen .....                              | 121        |
|          | Zahnräder .....                                                         | 122        |
|          | Wälzlager .....                                                         | 124        |
|          | Dichtungen .....                                                        | 125        |
|          | Sicherungsringe, Federn, Keilwellen                                     | 126        |
| 3.10     | <b>Schweißen und Löten</b>                                              |            |
|          | Symbole .....                                                           | 127        |
|          | Klebe-, Falz- und<br>Druckfügeverbindungen .....                        | 130        |
| <b>4</b> | <b>Werkstofftechnik</b>                                                 | <b>131</b> |
| 4.1      | <b>Stoffe</b>                                                           |            |
|          | Stoffwerte .....                                                        | 132        |
|          | Periodisches System der Elemente                                        | 134        |
|          | Chemikalien der Metalltechnik ....                                      | 135        |
| 4.2      | <b>Stähle, Bezeichnungssystem</b>                                       |            |
|          | Definition und Einteilung .....                                         | 136        |
|          | Normung von Stahlprodukten ....                                         | 137        |
|          | Werkstoffnummern .....                                                  | 138        |
|          | Bezeichnungssystem .....                                                | 139        |
| 4.3      | <b>Stähle, Stahlsorten</b>                                              |            |
|          | Erzeugnisse aus Stahl – Übersicht .                                     | 143        |
|          | Stähle – Übersicht .....                                                | 144        |
|          | Baustähle .....                                                         | 146        |
|          | Einsatzstähle .....                                                     | 149        |
|          | Vergütungsstähle .....                                                  | 150        |
|          | Nitrierstähle, Automatenstähle ....                                     | 151        |
|          | Werkzeugstähle .....                                                    | 152        |
|          | Nichtrostende Stähle .....                                              | 153        |
|          | Federstahl .....                                                        | 155        |
|          | Stähle für Blankstahlerzeugnisse ..                                     | 156        |
| 4.4      | <b>Stähle, Fertigerzeugnisse</b>                                        |            |
|          | Bleche und Bänder .....                                                 | 158        |
|          | Präzisionsstahlrohre .....                                              | 161        |
|          | Stahlprofile .....                                                      | 162        |
|          | Längenbezogene Masse .....                                              | 171        |
| 4.5      | <b>Wärmebehandlung</b>                                                  |            |
|          | Kristallgitter, Legierungen .....                                       | 172        |
|          | Zustandsdiagramme .....                                                 | 173        |
|          | Wärmebehandlung der Stähle ....                                         | 175        |
|          | Werkzeugstähle, Einsatzstähle ....                                      | 176        |
|          | Vergütungsstähle .....                                                  | 177        |
|          | Nitrierstähle, Automatenstähle,<br>Aluminiumlegierungen .....           | 178        |
| 4.6      | <b>Gusseisen</b>                                                        |            |
|          | Bezeichnungssystem .....                                                | 179        |
|          | Gusseisenwerkstoffe .....                                               | 180        |
| 4.7      | <b>Leichtmetalle</b>                                                    |            |
|          | Aluminiumlegierungen – Übersicht                                        | 183        |
|          | Aluminium-Knetlegierungen .....                                         | 184        |
|          | Aluminium-Gusslegierungen ....                                          | 187        |
|          | Aluminium-Profile .....                                                 | 188        |
|          | Magnesiumlegierungen, Titan,<br>Titanlegierungen .....                  | 191        |

**4.8 Schwermetalle**  
Übersicht über die Schwermetalle . 192  
Bezeichnung ..... 193  
Kupferlegierungen ..... 194  
Feinzink-Legierungen ..... 195

**4.9 Sonstige Werkstoffe**  
Verbundwerkstoffe, keramische  
Werkstoffe ..... 196  
Sintermetalle ..... 197

**4.10 Kunststoffe**  
Übersicht ..... 198  
Duroplaste ..... 201

**5 Maschinenelemente**

**5.1 Gewinde**  
Gewindearten, Übersicht ..... 220  
ausländische Normen (Auswahl) .. 221  
Metrische Gewinde ..... 222  
Gewindetoleranzen ..... 225

**5.2 Schrauben**  
Schrauben – Übersicht ..... 226  
Bezeichnung von Schrauben ..... 227  
Festigkeitsklassen ..... 228  
Sechskantschrauben ..... 229  
Zylinderschrauben ..... 232  
Berechnung von Schrauben ..... 238  
Schraubensicherungen ..... 242  
Antriebsarten von Schrauben ..... 243

**5.3 Senkungen**  
Senkungen für Senkschrauben .... 244  
Senkungen für Zylinderschrauben . 245

**5.4 Muttern**  
Muttern – Übersicht ..... 246  
Bezeichnung von Muttern ..... 247  
Festigkeitsklassen,  
Sechskantmutter ..... 248

**5.5 Scheiben**  
Übersicht ..... 253  
Scheiben für Stahlkonstruktionen . 254

**6 Fertigungstechnik**

**6.1 Qualitätsmanagement**  
Qualitätsmanagement ..... 292  
Umweltmanagement ..... 293  
Prüfmittel ..... 294  
Messergebnis, Prüfmittelfähigkeit . 295  
Qualitätsplanung,  
Qualitätslenkung, Qualitätsprüfung 296  
Statistische Auswertung ..... 297  
Qualitätsfähigkeit ..... 300  
Statistische Prozesslenkung ..... 301  
Maschinenverordnung (MVO) ..... 304  
CE-Kennzeichnung ..... 305  
Y-Modell, Begriffe ..... 306

Thermoplaste ..... 202  
Elastomere, Schaumstoffe ..... 205  
Kunststoffverarbeitung ..... 206  
Polyblends, Schichtpressstoffe .... 207  
Kunststoffprüfung ..... 210

**4.11 Werkstoffprüfung**  
Übersicht ..... 211  
Zugversuch ..... 213  
Kerbschlag-, Umlaufbiegeversuch . 214  
Härteprüfung ..... 215

**4.12 Korrosion, Korrosionsschutz**  
Korrosion ..... 218

**219**

Scheiben für HV-Schrauben ..... 255

**5.6 Stifte und Bolzen**  
Übersicht ..... 256  
Zylinder-, Kegel-, Spannstifte ..... 257  
Kerbstifte, Kerbnägel, Bolzen ..... 258

**5.7 Welle-Nabe-Verbindung**  
Verbindungen – Übersicht ..... 259  
Keile ..... 260  
Passfedern, Scheibenfedern ..... 261  
Metrische Kegel, Morse-, Steilkegel 262

**5.8 Sonstige Maschinenelemente**  
Federn ..... 263  
Gewindestifte, Druckstücke ..... 266  
Griffe, Aufnahme ..... 267  
Schnellspann-Bohrvorrichtung .... 269

**5.9 Antriebselemente**  
Riemen ..... 271  
Stirnräder ..... 274  
Kegelräder, Schneckentrieb ..... 276  
Übersetzungen ..... 277

**5.10 Lager**  
Gleitlager ..... 278  
Wälzlager ..... 280

**5.11 Schmierstoffe**  
Schmierstoffe ..... 289

**291**

**6.2 Produktionsorganisation**  
Erzeugnisgliederung ..... 308  
Fertigungssteuerung ..... 309  
Kalkulation ..... 313

**6.3 Instandhaltung**  
Wartung, Instandsetzung ..... 316  
Instandhaltungskonzepte ..... 317  
Arbeitssicherheit,  
Gesundheitsschutz ..... 318

**6.4 Gießen, Spritzgießen**  
Modelle, Modelleinrichtungen ..... 319  
Schwindmaße, Maßtoleranzen .... 320  
Spritzgießwerkzeug ..... 321

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| <b>6.5 Umformen</b>                                   |     |
| Biegewerkzeug .....                                   | 326 |
| Biegeverfahren .....                                  | 327 |
| Biegeradien, Zuschnittsermittlung .                   | 328 |
| Tiefziehwerkzeug .....                                | 330 |
| Tiefziehverfahren .....                               | 331 |
| <b>6.6 Spanende Fertigung</b>                         |     |
| Zeitspanungsvolumen .....                             | 334 |
| Spezifische Schnittkraft .....                        | 335 |
| Drehzahldiagramm .....                                | 336 |
| Schneidstoffe .....                                   | 338 |
| Wendeschneidplatten .....                             | 340 |
| Werkzeug-Aufnahmen .....                              | 341 |
| Kühlschmierstoffe .....                               | 342 |
| Drehen .....                                          | 344 |
| Fräsen .....                                          | 356 |
| Bohren, Tieflochbohren, Reiben ...                    | 368 |
| Gewindebohren, -formen, -fräsen ..                    | 369 |
| Schleifen .....                                       | 376 |
| Honen .....                                           | 381 |
| CNC-Technik, Null-, Bezugspunkte .                    | 382 |
| Werkzeug-, Bahnkorrekturen .....                      | 383 |
| Programmaufbau,<br>Wegbedingungen,                    |     |
| Zusatzfunktionen .....                                | 384 |
| CNC-Fertigung nach DIN .....                          | 385 |
| Befehle nach PAL (Drehen) .....                       | 387 |
| Befehle nach PAL (Fräsen) .....                       | 394 |
| <b>6.7 Abtragen</b>                                   |     |
| Hauptnutzungszeit und Richtwerte .                    | 404 |
| Verfahrenstechnische Einflüsse ...                    | 405 |
| <b>6.8 Trennen durch Schneiden</b>                    |     |
| Schneidkraft, Pressen .....                           | 406 |
| Schneidwerkzeug .....                                 | 407 |
| Werkzeug- und Werkstückmaße ...                       | 409 |
| Lage des Einspannzapfens,<br>Streifenausnutzung ..... | 410 |
| <b>6.9 Additive Fertigung</b>                         |     |
| Verfahren .....                                       | 411 |
| Lasersintern, Werkstoffe .....                        | 412 |
| <b>6.10 Fügen</b>                                     |     |
| Schmelzschweißen .....                                | 413 |
| Schutzgasschweißen .....                              | 415 |
| Lichtbogenschweißen .....                             | 417 |
| Qualitätssicherung .....                              | 419 |
| Strahlschneiden .....                                 | 420 |
| Gasflaschen-Kennzeichnung .....                       | 422 |
| Lote und Flussmittel .....                            | 424 |
| Klebstoffe .....                                      | 427 |
| <b>6.11 Arbeits- und Umweltschutz</b>                 |     |
| Arbeits- und Umweltschutz .....                       | 429 |
| Global Harmonisiertes System (GHS)                    | 431 |
| Sicherheitsfarben, Verbotszeichen .                   | 437 |
| Warnzeichen .....                                     | 438 |
| Sicherheitskennzeichnung .....                        | 439 |
| Kennzeichnung von Rohrleitungen .                     | 441 |
| Schall und Lärm .....                                 | 442 |

7

Automatisierungstechnik

443

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| <b>7.1 Pneumatik, Hydraulik</b>                |     |
| Schaltzeichen .....                            | 444 |
| Wegeventile .....                              | 445 |
| Proportionalventile .....                      | 446 |
| Kennzeichnung .....                            | 447 |
| Pneumatische Steuerung .....                   | 451 |
| Pneumatikzylinder .....                        | 452 |
| Pumpenleistung .....                           | 453 |
| Hydraulikpumpen .....                          | 454 |
| Rohre .....                                    | 457 |
| <b>7.2 GRAFCET</b>                             |     |
| Grundbegriffe, Grundstruktur .....             | 458 |
| Schritte, Transitionen .....                   | 459 |
| Aktionen .....                                 | 460 |
| Verzweigung .....                              | 462 |
| <b>7.3 Elektropneumatik, Elektrohydraulik</b>  |     |
| Schaltzeichen .....                            | 465 |
| Stromlaufpläne .....                           | 466 |
| Elektrohydraulische Steuerung ....             | 467 |
| Sensoren .....                                 | 468 |
| Elektropneumatische Steuerung ...              | 469 |
| <b>7.4 Speicherprogrammierbare Steuerungen</b> |     |
| SPS-Programmiersprachen .....                  | 470 |
| Binäre Verknüpfungen .....                     | 473 |
| Ablaufsteuerung .....                          | 474 |
| <b>7.5 Regelungstechnik</b>                    |     |
| Grundbegriffe, Prozessleittechnik .            | 478 |
| Bildzeichen für Orte und Geräte ...            | 479 |
| Regler .....                                   | 480 |
| <b>7.6 Handhabungs- und Robotertechnik</b>     |     |
| Koordinatensysteme, Achsen .....               | 482 |
| Aufbau von Robotern .....                      | 483 |
| Greifer, Arbeitssicherheit .....               | 484 |
| <b>7.7 Motoren und Antriebe</b>                |     |
| Schutzmaßnahmen .....                          | 485 |
| Elektromotoren .....                           | 487 |

Normenverzeichnis

489

Sachwortverzeichnis

493