

# Inhaltsverzeichnis

|          |                                                                                                             |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einführung</b>                                                                                           | <b>9</b>  |
| 1.1      | Bedeutung der technischen Zeichnung und der Zeichnungsnormen                                                | 9         |
| 1.2      | Zeichengeräte für das manuelle Zeichnen                                                                     | 10        |
| 1.3      | Zeichnungsdokumentation                                                                                     | 12        |
| 1.3.1    | Mikroverfilmung von Zeichnungen                                                                             | 13        |
| 1.3.2    | Digitale Zeichnungsspeicherung                                                                              | 14        |
| 1.4      | Rechnerunterstütztes Konstruieren, CAD                                                                      | 16        |
| 1.5      | Begriffe für Zeichnungen, CAD-Modelle und Stücklisten                                                       | 18        |
| 1.6      | Formate, Maßstäbe, Faltung                                                                                  | 20        |
| 1.7      | Linienarten und ihre Anwendung                                                                              | 23        |
| 1.8      | Grundregeln für die Ausführung von Schriften in technischen Zeichnungen                                     | 27        |
| 1.9      | Anforderungen für die Mikroverfilmung technischer Zeichnungen                                               | 29        |
| 1.10     | Geometrische Grundkonstruktionen                                                                            | 31        |
| 1.10.1   | Strecken, Winkel, Dreiecke und Kreise                                                                       | 31        |
| 1.10.2   | Regelmäßige Vielecke in einem gegebenen Kreis                                                               | 34        |
| 1.10.3   | Kreisanschlüsse durch Kreisbogen                                                                            | 36        |
| <b>2</b> | <b>Normgerechtes Darstellen und Bemaßen der Grundkörper und einfacher Werkstücke, räumliches Vorstellen</b> | <b>38</b> |
| 2.1      | Grundregeln der Bemaßung nach DIN 406-11                                                                    | 38        |
| 2.2      | Darstellungsmöglichkeiten und Bemaßen der Grundkörper sowie einfacher Werkstücke und ihre Formfassung       | 40        |
| 2.2.1    | Flache Werkstücke (Bleche)                                                                                  | 40        |
| 2.2.2    | Darstellen und Bemaßen prismatischer Werkstücke                                                             | 41        |
| 2.2.3    | Prismatische Werkstücke mit Abwicklungen                                                                    | 48        |
| 2.3      | Radien und Durchmesser                                                                                      | 50        |
| 2.4      | Zylinder                                                                                                    | 52        |
| 2.5      | Vierseitige Pyramide                                                                                        | 58        |
| 2.6      | Kegel                                                                                                       | 59        |
| 2.7      | Kugel                                                                                                       | 60        |
| <b>3</b> | <b>Ansichten, Schnittdarstellungen, Gewinde, Oberflächenangaben, Lesen und Verstehen von Zeichnungen</b>    | <b>61</b> |
| 3.1      | Grundlagen der Darstellung von Ansichten nach DIN ISO 128-30                                                | 61        |
| 3.1.1    | Anordnung der Ansichten und Darstellungsmethoden                                                            | 61        |
| 3.1.2    | Schnittdarstellung nach DIN ISO 128-40 und DIN ISO 128-50                                                   | 64        |
| 3.1.3    | Vereinfachte Darstellungen in Zeichnungen nach DIN ISO 128-34                                               | 69        |
| 3.2      | Darstellen von Gewinden nach DIN ISO 6410-1                                                                 | 70        |
| 3.2.1    | Bolzen- und Außengewinde                                                                                    | 70        |
| 3.2.2    | Muttern- und Innengewinde                                                                                   | 71        |
| 3.2.3    | Schraubverbindungen nach ISO-Darstellung                                                                    | 72        |
| 3.3      | Lesen und Verstehen technischer Zeichnungen                                                                 | 75        |
| 3.4      | Beispiel für die Reihenfolge beim Anfertigen einer technischen Zeichnung                                    | 79        |

|          |                                                                                                               |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.5      | Technische Oberflächen                                                                                        | 85         |
| 3.5.1    | Begriffe der Gestaltabweichungen nach DIN 4760                                                                | 85         |
| 3.5.2    | Rauheitskenngrößen nach DIN EN ISO 4287 und Rauheitsmessungen an Oberflächen nach DIN EN ISO 4288 (Überblick) | 85         |
| 3.5.3    | Messen und Beurteilen der Oberflächenrauigkeit nach DIN EN ISO 4288                                           | 87         |
| 3.5.4    | Zeichnungsangabe der Oberflächenbeschaffenheit nach DIN EN ISO 1302                                           | 89         |
| 3.6      | Rändeln nach DIN 82                                                                                           | 95         |
| 3.7      | Werkstückkanten mit unbestimmter Form nach DIN ISO 13715                                                      | 97         |
| 3.8      | Angaben in Zeichnungen von wärmebehandelten Teilen aus Eisenstoffen nach DIN ISO 15787                        | 100        |
| <b>4</b> | <b>Normgerechte Maßeintragung</b>                                                                             | <b>102</b> |
| 4.1      | Grundlagen, Regeln und Beispiele der Maßeintragung                                                            | 102        |
| 4.1.1    | Begriffe der Maßeintragung                                                                                    | 102        |
| 4.1.2    | Grundlagen und Anwendungsbeispiele für die Maßeintragung nach DIN 406-11                                      | 103        |
| 4.1.3    | Methoden der Maßeintragung                                                                                    | 105        |
| 4.1.4    | Anordnen und Eintragen von Maßen nach Methode 1                                                               | 107        |
| 4.1.5    | Bemaßen von Formelementen                                                                                     | 108        |
| 4.1.6    | Bemaßen sich wiederholender Formelemente                                                                      | 113        |
| 4.1.7    | Nuten in Wellen und Naben                                                                                     | 114        |
| 4.1.8    | Besondere Bemaßungen und Maße                                                                                 | 116        |
| 4.1.9    | Arten der Maßeintragung                                                                                       | 118        |
| 4.2      | Eintragen von Toleranzen für Längen- und Winkelmaße                                                           | 122        |
| 4.3      | Sonderfälle der Darstellung und Bemaßung                                                                      | 124        |
| 4.3.1    | Einzelheiten                                                                                                  | 124        |
| 4.3.2    | Freistiche nach DIN 509                                                                                       | 124        |
| 4.3.3    | Zentrierbohrungen                                                                                             | 127        |
| 4.4      | Eintragen von Maßen für Kegel                                                                                 | 128        |
| 4.5      | Vereinfachte Darstellung und Bemaßung von Löchern                                                             | 133        |
| 4.6      | Zeichnungsvereinfachungen                                                                                     | 136        |
| 4.7      | Kennzeichnung von Merkmalen in technischen Zeichnungen                                                        | 138        |
| <b>5</b> | <b>Gesamtzeichnungen, Stücklisten, Schriftfelder</b>                                                          | <b>140</b> |
| 5.1      | Gesamtzeichnungen und Gruppenzeichnungen                                                                      | 140        |
| 5.2      | Positionsnummern                                                                                              | 145        |
| 5.3      | Schriftfelder                                                                                                 | 147        |
| 5.4      | Stücklisten                                                                                                   | 148        |
| 5.5      | Änderungs- und Ersatzvermerke                                                                                 | 153        |
| 5.6      | Zeichnungs- und Stücklistensatz                                                                               | 155        |
| 5.7      | Informationsinhalt von technischen Zeichnungen und Stücklisten                                                | 156        |
| 5.8      | Sachnummernsystem                                                                                             | 157        |
| <b>6</b> | <b>Geometrische Produktspezifikation, Grenzmaße, Toleranzen, Passungen und zugehöriges ISO-System</b>         | <b>158</b> |
| 6.1      | Geometrische Produktspezifikation                                                                             | 158        |

|          |                                                                                |            |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 6.2      | Grundbegriffe zur Geometrischen Produktspezifikation . . . . .                 | 162        |
| 6.3      | Allgemeintoleranzen nach DIN ISO 2768-1 . . . . .                              | 165        |
| 6.3.1    | Allgemeintoleranzen für Form und Lage nach DIN ISO 2768-2 . . . . .            | 167        |
| 6.3.2    | Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben an Gussrohteilen . . . . .         | 168        |
| 6.4      | System für Grenzmaße und Passungen nach DIN EN ISO 286-1 und -2 . . . . .      | 170        |
| 6.4.1    | Grundlagen . . . . .                                                           | 171        |
| 6.4.2    | Bilden von Passungen durch Kombinieren von Toleranzklassen . . . . .           | 175        |
| 6.4.3    | Passsysteme der Einheitsbohrung und Einheitswelle . . . . .                    | 175        |
| 6.4.4    | Passungsauswahl nach DIN 7157 . . . . .                                        | 179        |
| 6.4.5    | Richtlinien für die Anwendung wichtiger Toleranzklassenkombinationen . . . . . | 180        |
| 6.4.6    | Prüfen der Passmaße durch Grenzlehren . . . . .                                | 181        |
| 6.4.7    | Übung zum Erkennen einer Passung . . . . .                                     | 182        |
| 6.4.8    | Toleranzen für den Einbau von Wälzlagern nach DIN 5425-1 . . . . .             | 183        |
| 6.5      | Form- und Lagetoleranzen nach DIN EN ISO 1101 . . . . .                        | 185        |
| 6.6      | Maximum-Material-Bedingung . . . . .                                           | 196        |
| 6.7      | Tolerierungsgrundsätze . . . . .                                               | 197        |
| 6.8      | Prüfung von Werkstücken . . . . .                                              | 200        |
| <b>7</b> | <b>Darstellende Geometrie . . . . .</b>                                        | <b>202</b> |
| 7.1      | Konstruktion technischer Kurven . . . . .                                      | 202        |
| 7.1.1    | Ellipsenkonstruktionen . . . . .                                               | 202        |
| 7.1.2    | Parabelkonstruktionen . . . . .                                                | 203        |
| 7.1.3    | Hyperbelkonstruktionen . . . . .                                               | 204        |
| 7.1.4    | Konstruktion von Spiralen . . . . .                                            | 206        |
| 7.1.5    | Evolvente (Abwicklungslinie) . . . . .                                         | 207        |
| 7.1.6    | Zykloide (Radlinie) . . . . .                                                  | 207        |
| 7.1.7    | Schraubenlinie, Schraubenfläche, Schraubengang . . . . .                       | 209        |
| 7.2      | Projektionszeichnen (Dreitafelprojektion) . . . . .                            | 211        |
| 7.2.1    | Projektion eines Punktes . . . . .                                             | 212        |
| 7.2.2    | Projektion von Strecken . . . . .                                              | 212        |
| 7.2.3    | Projektion von ebenen Flächen . . . . .                                        | 216        |
| 7.2.4    | Bestimmen von Durchstoßpunkten . . . . .                                       | 217        |
| 7.2.5    | Durchdringung von ebenen Flächen . . . . .                                     | 220        |
| 7.2.6    | Projektion von geneigten Körpern . . . . .                                     | 221        |
| 7.3      | Schnitte und Abwicklungen . . . . .                                            | 222        |
| 7.3.1    | Zylinderschnitte und Abwicklungen . . . . .                                    | 223        |
| 7.3.2    | Kegelschnitte und Abwicklungen . . . . .                                       | 225        |
| 7.3.3    | Abwicklung von Übergangskörpern nach dem Dreieckverfahren . . . . .            | 230        |
| 7.3.4    | Pyramidenschnitte und Abwicklungen . . . . .                                   | 233        |
| 7.3.5    | Kugelschnitte und Abwicklungen . . . . .                                       | 234        |
| 7.3.6    | Drehkörper . . . . .                                                           | 236        |
| 7.4      | Durchdringungen und Abwicklungen . . . . .                                     | 236        |
| 7.4.1    | Durchdringungen und Abwicklungen von Prismen . . . . .                         | 236        |
| 7.4.2    | Pyramidendurchdringungen und Abwicklungen . . . . .                            | 238        |
| 7.4.3    | Zylinderdurchdringungen und Abwicklungen . . . . .                             | 240        |
| 7.4.4    | Kegeldurchdringungen . . . . .                                                 | 245        |
| 7.4.5    | Kugeldurchdringungen . . . . .                                                 | 247        |

|           |                                                                      |            |
|-----------|----------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.4.6     | Ringkörperdurchdringungen                                            | 248        |
| 7.5       | Zweitafelprojektion                                                  | 249        |
| 7.5.1     | Projektion eines Punktes                                             | 249        |
| 7.5.2     | Projektion einer Geraden                                             | 251        |
| 7.5.3     | Darstellen einer Ebene durch ihre Spuren                             | 253        |
| 7.5.4     | Schiefe Schnitte an Grundkörpern                                     | 258        |
| 7.6       | Axonometrische Darstellungen nach DIN ISO 5456-3                     | 264        |
| <b>8</b>  | <b>Normung</b>                                                       | <b>271</b> |
| 8.1       | Einführung                                                           | 271        |
| 8.2       | Normzahlen und Normzahlreihen                                        | 277        |
| 8.3       | Normung in der Fertigungszeichnung                                   | 279        |
| 8.4       | Werkstoffe                                                           | 280        |
| 8.5       | Maßnormen für Angaben in Stück- und Bestelllisten                    | 291        |
| 8.6       | Anschlussmaße                                                        | 293        |
| 8.6.1     | Gewinde (Auswahl)                                                    | 293        |
| 8.6.2     | Schlüsselweiten und Werkzeugvierkante nach DIN 475-1 und DIN ISO 691 | 299        |
| 8.6.3     | Senkungen, Durchgangs- und Kernbohrungen                             | 300        |
| 8.6.4     | Wellenenden                                                          | 301        |
| <b>9</b>  | <b>Normteile und Maschinenelemente</b>                               | <b>303</b> |
| 9.1       | Schrauben und Muttern                                                | 303        |
| 9.2       | Schraubensicherungen                                                 | 311        |
| 9.3       | Niete und Nietverbindungen                                           | 312        |
| 9.4       | Stifte und Stiftverbindungen                                         | 314        |
| 9.5       | Bolzen und Bolzenverbindungen                                        | 317        |
| 9.6       | Sicherungen für Achsen und Wellen                                    | 318        |
| 9.7       | Keile und Keilverbindungen                                           | 320        |
| 9.8       | Passfedern                                                           | 323        |
| 9.9       | Profilwellenverbindungen                                             | 326        |
| 9.10      | Stirnzahnverbindungen                                                | 330        |
| 9.11      | Wälzlager                                                            | 331        |
| 9.12      | Gleitlager                                                           | 335        |
| 9.13      | Dichtungen nach DIN 3750                                             | 337        |
| 9.14      | Zahnräder                                                            | 340        |
| 9.15      | Federn                                                               | 352        |
| 9.16      | Kupplungen                                                           | 356        |
| 9.17      | Keilriemen und Keilriemenscheiben                                    | 357        |
| 9.18      | Bohrbuchsen                                                          | 359        |
| 9.19      | T-Nuten und Zubehör                                                  | 360        |
| <b>10</b> | <b>Fertigungsgerechtes Gestalten und Bemaßen</b>                     | <b>361</b> |
| 10.1      | Einteilung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580                     | 361        |
| 10.2      | Gestalten und Bemaßen von Gussstücken                                | 362        |
| 10.3      | Gestalten und Bemaßen von Gesenkschmiedeteilen                       | 366        |
| 10.4      | Schnitt-, Biege- und Ziehteile                                       | 368        |

|               |                                                                                                          |            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.5          | Kaltbiegen von Flacherzeugnissen aus Stahl . . . . .                                                     | 369        |
| 10.6          | Bemaßungsrichtlinien für die Werkstückbearbeitung auf numerisch gesteuerten Maschinen . . . . .          | 371        |
| 10.7          | Schweißgerechtes Bemaßen und Gestalten . . . . .                                                         | 376        |
| 10.7.1        | Einteilung der Schweißverfahren, Stoßarten und Fugenformen . . . . .                                     | 376        |
| 10.7.2        | Symbolische Darstellung von Schweiß- und Löt Nähten . . . . .                                            | 377        |
| 10.7.3        | Schweißgerechtes Gestalten. . . . .                                                                      | 390        |
| 10.7.4        | Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen . . . . .                                                  | 392        |
| 10.8          | Klebe-, Falz- und Druckfügeverbindungen . . . . .                                                        | 394        |
| 10.9          | Vereinfachte Darstellung von Verbindungselementen und Profilen im Metallbau . . . . .                    | 395        |
| 10.9.1        | Maßeintragung . . . . .                                                                                  | 396        |
| 10.9.2        | Vereinfachte Angabe von Stäben und Profilen nach DIN ISO 5261 . . . . .                                  | 398        |
| 10.10         | Rohrleitungsbau. . . . .                                                                                 | 399        |
| <b>11</b>     | <b>Symbole, Schaltzeichen und Schaltpläne . . . . .</b>                                                  | <b>405</b> |
| 11.1          | Prinzipdarstellung mechanischer Gebilde . . . . .                                                        | 405        |
| 11.2          | Grafische Symbole der Fluidtechnik nach DIN ISO 1219-1 . . . . .                                         | 407        |
| 11.3          | Grafische Symbole für Wärmekraftanlagen nach DIN 2481 . . . . .                                          | 411        |
| 11.4          | Dokumente der Elektrotechnik nach DIN EN 61082 . . . . .                                                 | 413        |
| 11.5          | Grundregeln für die Gestaltung von grafischen Symbolen in der technischen Produktdokumentation . . . . . | 416        |
| <b>12</b>     | <b>CAD/CAM . . . . .</b>                                                                                 | <b>418</b> |
| 12.1          | Rechnerunterstützung in der Konstruktion allgemein. . . . .                                              | 418        |
| 12.2          | Rechnerunterstütztes Konstruieren und Zeichnen, CAD. . . . .                                             | 419        |
| 12.3          | CAD-Datenmodelle. . . . .                                                                                | 421        |
| 12.4          | CAD-Arbeitstechniken. . . . .                                                                            | 423        |
| 12.5          | Kopplung CAD–CAM . . . . .                                                                               | 436        |
| 12.6          | Rapid Prototyping . . . . .                                                                              | 437        |
| <b>13</b>     | <b>Gesamtbehandlungsbeispiele und Tests . . . . .</b>                                                    | <b>438</b> |
| 13.1          | Gesamtbehandlungsbeispiele . . . . .                                                                     | 438        |
| 13.1.1        | Gesamtbehandlung der Baugruppe Schneckengetriebe . . . . .                                               | 438        |
| 13.1.2        | Gesamtbehandlung Stirnradgetriebe . . . . .                                                              | 443        |
| 13.1.3        | Gesamtbehandlungsbeispiele: Schrägsitzventil . . . . .                                                   | 447        |
| 13.1.4        | Weitere Beispiele. . . . .                                                                               | 451        |
| 13.2          | Testaufgaben zum Selbsttesten und Vorbereiten auf Prüfungen . . . . .                                    | 455        |
|               | CAD-Test . . . . .                                                                                       | 477        |
| <b>Anhang</b> | <b>. . . . .</b>                                                                                         | <b>479</b> |
|               | Abkürzungen und Begriffe. . . . .                                                                        | 479        |
|               | Technische Zeichnungen nach amerikanischer ASME-Normen . . . . .                                         | 480        |
|               | Englisches Fachglossar . . . . .                                                                         | 486        |
|               | Stichwortverzeichnis. . . . .                                                                            | 488        |
|               | Bildquellen . . . . .                                                                                    | 497        |
|               | Normenverzeichnis . . . . .                                                                              | 497        |