

1 Naturwissenschaftlich-technische Grundlagen

1.1 Technische Mathematik

| | | | |
|--|----|--|----|
| Grundlagen der Mathematik | 10 | Festigkeitswerte | 42 |
| Potenzen, Wurzeln und Logarithmen | 12 | Beanspruchung auf Zug und Druck | 43 |
| Gleichungen und Formeln | 13 | Flächenpressung | 43 |
| Prozentrechnung | 14 | Beanspruchung auf Knickung | 44 |
| Dreisatzrechnung | 15 | Beanspruchung auf Abscherung | 44 |
| Interpretation von Diagrammen | 16 | Beanspruchung auf Biegung und Torsion | 45 |
| Teilung von Längen, Bogenlänge und gestreckte Länge | 18 | Flächen- und Widerstandsmomente | 46 |
| Berechnungen im rechtwinkligen Dreieck | 19 | Temperaturskalen und Thermische Größen | 47 |
| Winkelfunktionen | 20 | Thermische Ausdehnung, Schwindung | 47 |
| Sinus- und Cosinussatz | 21 | Schmelzwärme, Wärmeübertragung | 48 |
| Flächenberechnungen | 22 | Größen und Einheiten im Stromkreis | 49 |
| Volumenberechnungen | 24 | Schaltung von Widerständen | 51 |
| Berechnungen von Masse und Gewichtskraft | 26 | Elektrische Arbeit und Leistung | 52 |
| Linien- und Flächenschwerpunkte | 27 | Spannungsarten und Stromstärke | 53 |

1.2 Technische Physik

| | |
|--|----|
| Physikalische Größen und Einheiten | 28 |
| Kräfte – Darstellung und Kraftkomponenten . | 31 |
| Arten von Kräften | 32 |
| Reibung | 33 |
| Drehmoment und Hebelgesetz | 34 |
| Arbeit, Energie und Leistung | 35 |
| Gleichförmige und beschleunigte Bewegung | 37 |
| Geschwindigkeiten an Maschinen | 38 |
| Druck – Arten und Druckübersetzung | 39 |
| Belastungsfälle und Beanspruchungsarten . | 41 |

1.3 Technische Chemie

| | |
|--|----|
| Atom – Modelle und Begriffe | 57 |
| Periodensystem der Elemente | 58 |
| Molekül – Bindungen und Modelle | 60 |
| Chemikalien in der Kunststofftechnik | 62 |
| Organische Kohlenwasserstoffe | 63 |
| Rohstoffe für Kunststoffe | 65 |
| Grundlagen der Kunststoffchemie | 66 |
| Polymerisation | 67 |
| Polykondensation und Polyaddition | 68 |
| Bindungskräfte | 69 |
| Rohstoffliches (chemisches) Werkstoffrecycling | 70 |

2 Technische Kommunikation

2.1 Geometrische Grundformen und Diagramme

| | |
|---|----|
| Strecken, Lote und Winkel | 72 |
| Teilungen | 73 |
| Tangenten und Kreisübergänge | 74 |
| Kreise am Dreieck und Vieleckkonstruktionen | 75 |
| Ellipse, Parabel, Schraubenlinie und Evolvente | 76 |
| Bestimmung der wahren Größe von Linien und Flächen | 77 |
| Schnitte an Grundkörpern und Abwicklungen | 78 |
| Abwicklungen von Falt- und Übergangskörpern | 79 |
| Kartesisches Koordinatensystem | 80 |
| Polarkoordinaten und Flächendiagramme . | 81 |

| | |
|---|----|
| Grundregeln der Zeichnungsdarstellung | 87 |
| Projektionsmethoden | 88 |
| Ansichten | 90 |
| Schnittdarstellungen in Zeichnungen | 92 |
| Maßeintragungen in Zeichnungen | 94 |
| Bemaßungsarten | 96 |
| Vereinfachungen von Zeichnungen | 99 |

2.3 Maschinen- und Werkstückelemente

| | |
|--|-----|
| Zahnräder | 100 |
| Wälzläger | 101 |
| Dichtungen | 102 |
| Sicherungsringe und Nuten für Sicherungsringe, Federn, Keilwellen und Kerbverzahnungen | 103 |
| Werkstückkanten und Butzen an Dreiteilen . | 104 |
| Gewinde und Schraubenverbindungen | 105 |
| Gewindeausläufe und -freistiche | 106 |
| Zentrierbohrungen und Rändel | 107 |
| Freistiche | 108 |

2.4 Fügedarstellungen, Oberflächen- und

Wärmebehandlungsangaben

| | |
|---|-----|
| Symbole für Schweiß- und Lötnähte | 109 |
|---|-----|

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|---|-----|---|-----|
| Darstellung von Schweiß- und Lötverbindungen | 110 | 2.5 Toleranzen und Passungen | 5 |
| Bemaßungsbeispiele von Schweiß- und Lötverbindungen | 112 | Allg. Grundlagen des ISO-Systems | 118 |
| Gestaltabweichungen und Rauheitskenngrößen | 113 | ISO-Systeme für Grenzmaße und Passungen | 119 |
| Angaben zur Oberflächenbeschaffenheit .. | 114 | ISO-Passungen | 120 |
| Rauheitswerte von Werkstückoberflächen.. | 115 | Passungsempfehlungen | 122 |
| Werkstückbeschichtungen..... | 116 | Allgemeintoleranzen | 123 |
| Härteangaben wärmebehandelter Werkstücke | 117 | Geometrische Tolerierung | 124 |
| | | Schwindung | 126 |
| | | Toleranzen für Kunststoffteile | 127 |
| | | Toleranzgruppen | 128 |

3 Werkstofftechnik

3.1 Metalle

| | |
|---|-----|
| Einteilung der Werkstoffe und Stoffwerte .. | 130 |
| Einteilung der Eisenwerkstoffe..... | 132 |
| Normbezeichnung der Stähle | 133 |
| Stahlbezeichnung durch Werkstoffnummern | 135 |
| Baustähle | 136 |
| Feinkornbaustähle, vergütete Baustähle .. | 137 |
| Einsatz- und Vergütungsstähle | 138 |
| Nitrier-, Feder- und Automatenstähle,..... | 139 |
| Nichtrostende Stähle | 140 |
| Werkzeugstähle | 141 |
| Handelsformen von Stählen | 142 |
| Stabstähle – warmgewalzt | 143 |
| Stabstähle – blank | 144 |
| T-Stähle – U-Stähle..... | 145 |
| Winkelstähle | 146 |
| Mittelbreite und breite I-Träger..... | 147 |
| Hohlprofile | 148 |
| Rohre für den Maschinenbau, | |
| Präzisionsstahlrohre | 149 |
| Bleche und Bänder..... | 150 |
| Wärmebehandlung von Stählen | 151 |
| Eisen-Gusswerkstoffe | 152 |
| Lamellengrafit und Kugelgrafit..... | 152 |
| Temperguss und Stahlguss..... | 153 |
| Nichteisenmetalle | 154 |
| Leichtmetall-Legierungen | 155 |
| Schwermetall-Legierungen..... | 157 |

3.2 Thermoplaste

| | |
|---|-----|
| Einteilung der Kunststoffe..... | 158 |
| Zustandsdiagramme der Thermoplaste.... | 159 |
| ABS und ASA..... | 161 |
| CA und CAB | 162 |
| LCP und PA 6 | 163 |
| Weitere Polyamidtypen | 164 |
| PBT und PET | 165 |
| PC und PMMA | 166 |
| Polyolefine: PE-HD, PE-LD..... | 167 |
| PEEK und PES – Hochleistungs-Kunststoffe | 168 |
| Polyoximethylen und Polyphthalimid..... | 170 |
| Polyphenylenether und Polyphenylsulfid .. | 171 |
| Polystyrol und Polysulfon | 172 |
| Polytetrafluorethylen und | |
| Polyvinylidenfluorid..... | 173 |

| | |
|---|-----|
| Polyvinylchlorid: hart und weich | 174 |
| Styrolpolymerisate: Styrol-Acrylnitril und | |
| Styrol-Butadien | 175 |
| Polyimide: Polyamidimid und Polyetherimid | 176 |
| Normbezeichnung der Thermoplaste | 177 |

3.3 Duroplaste

| | |
|---|-----|
| Zustandsdiagramm der Duroplaste | 178 |
| Formaldehydharze PF und MF | 179 |
| Formaldehydharze MPF und UF | 180 |
| Ungesättigtes Polyesterharz UP und | |
| Epoxidharz EP..... | 181 |
| Polyurethan PUR | 182 |
| Polyimidharz PI und Silikonharz SI..... | 183 |

3.4 Elastomere und Thermoplastische Elastomere

| | |
|--|-----|
| Vulkanisation | 184 |
| Zustandsdiagramm der Elastomere | 185 |
| Klassifizierungssystem für Kautschuk | 186 |
| ACM und CSM | 187 |
| EPDM und FPM | 188 |
| CO und ECO | 189 |
| FMVQ und VMQ..... | 190 |
| BIIR und BR | 191 |
| CIIR und CR | 192 |
| IIR und NR..... | 193 |
| NBR und SBR | 194 |
| TM und AU / EU | 195 |
| Thermoplastische Elastomere – TPE | 196 |

3.5 Kunststofferkennung und Additive

| | |
|---------------------------|-----|
| Kunststofferkennung | 199 |
| Additive..... | 201 |

3.6 Verbundstoffe und Verstärkungsstoffe

| | |
|--------------------------|-----|
| Verbundstoffe..... | 203 |
| Verstärkungsstoffe | 204 |

3.7 Werkstoffprüfung

| | |
|---|---|
| Prüfungen an metallischen Werkstoffen | K |
| Zugversuch, Zugproben | F |
| Kerbschlagbiegeversuch, | |
| Umlaufbiegeversuch | F |
| Härteprüfung nach Brinell | K |
| Härteprüfung nach Rockwell und Vickers .. | F |

Inhaltsverzeichnis

6

| | |
|---|-----|
| Martenshärte durch Eindringprüfung | 209 |
| Mechanische Prüfungen an Kunststoffen | |
| Zugversuch | 210 |
| Kugeleindruckversuch, Shore Härte | 211 |
| Schlagbiegeversuch nach Charpy, Izod, Dynstat | 212 |
| Biegeeigenschaften | 213 |
| Physikalische Prüfungen an Kunststoffen | |
| Schüttdichte, Stopfdichte, Rieselfähigkeit .. | 214 |
| Dichtebestimmung | 215 |
| Korngrößenverteilung/Siebanalyse | 216 |
| Rheologische Prüfungen an Kunststoffen | |
| MFR/MVR Fließraten | 218 |
| VICAT-Erweichungstemperatur, Warmformbeständigkeit | 219 |
| Weitere Prüfungen an Kunststoffen | |
| Mechanische Prüfungen | 220 |
| Physikalische und Rheologische Prüfverfahren | 221 |
| Thermische Analyseverfahren, Thermische Alterung | 222 |
| Optische Prüfverfahren, Brandverhalten .. | 223 |
| Elektrische Prüfverfahren, Schwindung .. | 224 |
| Prüfungen von Elastomeren | |
| Physikalische Prüfverfahren | 225 |
| Physikalische Wechselwirkungen | 226 |
| Werkstoffveränderungen, Elektrische Eigenschaften | 227 |
| Härteprüfung nach Shore, Reiß- und Zugfestigkeit | 228 |

4 Maschinenelemente

4.1 Gewinde

| | |
|---|-----|
| Übersicht der gängigen Gewindearten | 230 |
| Metrisches ISO-Gewinde und Feingewinde | 231 |
| Trapezgewinde und Sägengewinde | 232 |
| Whitworth-Gewinde und Rohrgewinde | 233 |
| Gewindetoleranzen | 234 |

4.2 Schrauben und Muttern

| | |
|---|-----|
| Schrauben – Bezeichnung und Übersicht .. | 235 |
| Festigkeitsklassen, Mindesteinschrautiefen .. | 237 |
| Sechskantschrauben | 238 |
| Zylinderschrauben mit Innensechskant .. | 240 |
| Zylinderschrauben mit Schlitz | 241 |
| Linsensenschrauben und Blechschauben .. | 242 |
| Stiftschrauben, Ringschrauben und Verschlusschrauben | 243 |
| Gewindestifte | 244 |
| Berechnung und Auslegung von Schraubenverbindungen | 245 |
| Muttern – Bezeichnung und Übersicht .. | 249 |
| Muttern – Festigkeitsklassen und Sechskantmuttern | 251 |
| Sechskantmuttern und Nutmuttern | 252 |
| Scheiben-Bezeichnung, Übersicht und flache Scheiben | 253 |

4.3 Senkungen

| | |
|--|-----|
| Senkungen für Zylinder und Sechskantschrauben | 254 |
| Senkungen für Senkschrauben | 255 |

4.4 Stifte, Bolzen, Federn, Griffe und Riemen

| | |
|---|-----|
| Bezeichnung und Übersicht | 256 |
| Zylinderstifte, Kegelstifte, Spannstifte .. | 257 |
| Zylindrische Schrauben-Druckfedern .. | 258 |
| Zylindrische Schrauben-Zugfedern .. | 260 |
| Tellerfedern | 261 |
| Griffe und Kugelknöpfe | 262 |
| Riemen – Übersicht | 263 |

4.5 Welle-Nabe-Verbindungen

| | |
|---|-----|
| Bezeichnungen – Passfedern und Keile .. | 264 |
| Metrische Kegel und Morsekegel .. | 265 |

4.6 Lager und Schmierstoffe

| | |
|---|-----|
| Wälzlager – Übersicht und Eigenschaften .. | 266 |
| Wälzlager – Bezeichnung | 267 |
| Kugellager, Zylinderrollenlager | 268 |
| Kegelrollenlager und Pendelrollenlager .. | 270 |
| Nadellager und Sicherungsringe | 271 |
| Dichtringe | 272 |
| Gleitlager – Übersicht und Eigenschaften .. | 273 |
| Gleitlagerbuchsen | 274 |
| Schmieröle | 275 |
| Schmierfette und Festschmierstoffe .. | 276 |

5 Automatisierungstechnik

5.1 Steuern und Regeln, Grundbegriffe

| | |
|--|-----|
| Begriffe und Kenngrößen | 278 |
| Pneumatische und hydraulische Schaltpläne | 279 |
| Pneumatische und hydraulische Schaltzeichen | 280 |
| Pneumatische Selbsthaltung | 281 |
| Symbole und Proportionalventile | 282 |

5.2 Grafische Darstellung und Auslegung von

| | |
|--|-----|
| pneumatischen und hydraulischen Anlagen | |
| Funktionsdiagramme | 284 |
| Pneumatische Steuerung | 285 |
| Pneumatikzylinder | 286 |
| Verdichter und Druckbehälter | 288 |
| Hydraulikzylinder und Hydraulikpumpen .. | 289 |
| Druckflüssigkeiten | 290 |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|---|-----|---|
| 5.3 Grafacet | | |
| Grundstruktur und Ablaufkette | 291 | |
| Transition und Aktionen | 292 | |
| Kontinuierlich und speichernd wirkende Aktionen | 293 | |
| Ablaufkette und Verzweigungen | 294 | |
| | | 7 |
| | | |

| | |
|---|-----|
| 5.4 Grafische Darstellung und Auslegung von elektropneumatischen Steuerungen | |
| Elektropneumatischer Schaltplan | 296 |
| Schaltzeichen | 297 |
| Sensoren | 298 |
| Elektropneumatische Steuerung | 300 |
| Binäre Verknüpfungen | 301 |

| | |
|--|--|
| 5.5 Speicherprogrammierte Steuerungen | |
|--|--|

| | |
|--|-----|
| Programmiersprache und strukturierter Text | 302 |
| Anweisungsliste, Kontaktplan | 303 |
| Vergleich von AWL, KOP und FBS | 304 |
| Ablaufsteuerung mit SPS | 305 |

N

| | |
|--|-----|
| 5.6 Handhabungstechnik und Robotik | |
| Koordinatensysteme und Achsen von Robotern | 306 |
| Aufbau von Robotern | 307 |
| Greiferarten, Nullpunkte und Kenndaten | 308 |

T

| | |
|--|-----|
| 5.7 Elektrotechnik | |
| Verteilungssysteme | 309 |
| Gefahren und Erste Hilfe | 310 |
| Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Ströme | 312 |
| Schutzmaßnahmen in Betriebsstätten | 315 |

6 Fertigungstechnik

6.1 Spanen

| | |
|---|-----|
| Kräfte und Leistungen: Drehen/Bohren | 318 |
| Zeitspannungsvolumen und spezifische Schnittkraft | 319 |
| Kräfte und Leistung: Fräsen | 320 |
| Drehzahlendiagramm | 321 |
| Zerspanungsrichtlinien: Bohren | 322 |
| Zerspanungsrichtlinien: Reiben/Gewindebohren | 323 |
| Zerspanungsrichtlinien: Fräsen | 324 |
| Zerspanungsrichtlinien: Drehen | 325 |
| Bearbeitungsrichtlinien: Thermoplaste | 326 |

6.2 Kleben

| | |
|---|-----|
| Bindungskräfte, Fachbegriffe und Klebstoffe | 327 |
| Gestaltung von Klebeverbindungen | 328 |
| Zuordnung Klebstoffe – Kunststoffe | 329 |
| Vorbehandlung von Kunststoffen | 330 |

| | |
|--|-----|
| Heizwendelschweißen | 337 |
| Warmgasschweißen von Rohren und Tafeln | 338 |
| Warmgasschweißen: Schweißparameter | 339 |

W

6.5 Qualitätsmanagement

| | |
|---|-----|
| Normen der DIN EN ISO 9000-Reihe | 340 |
| Statistische Auswertung | 342 |
| Normalverteilung | 343 |
| Statistische Qualitätskontrolle | 344 |
| Maschinen- und Prozessfähigkeit | 345 |
| AQL-Stichprobensystem | 346 |
| AQL-Tabellen: Einfachstichprobenprüfung | 347 |
| AQL-Tabellen: Doppelstichprobenprüfung | 348 |

M

6.6 Arbeitssicherheit und Umweltschutz

| | |
|---|-----|
| Sicherheitszeichen: Rettung, Brandschutz | 349 |
| Sicherheitszeichen: Gebotszeichen | 350 |
| Sicherheitszeichen: Warnzeichen | 351 |
| Sicherheitszeichen: Verbotszeichen | 352 |
| Warnzeichen für gefährliche Stoffe | 353 |
| Gefahrensymbole, EU-Gefahrensymbole | 354 |
| Gasflaschen für industriellen Einsatz | 355 |
| Farbkennzeichnung von Gasflaschen | 356 |
| Durchflusststoff – Markierung der Rohrleitungen | 357 |
| Farbsignale für Taster und Leuchtmelder | 358 |
| Sicherheitsdatenblatt | 359 |
| Gefahrstoffe, R-Sätze | 361 |
| Gefahrstoffe, S-Sätze | 362 |

A

7 Verfahrenstechnik

7.1 Vor- und Nachbehandlung

| | |
|----------------------|-----|
| Vorbehandlung | 364 |
| Nachbehandlung | 367 |

| | |
|---------------------|-----|
| Fehleranalyse | 378 |
|---------------------|-----|

F

7.2 Extrudieren

| | |
|---|-----|
| Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 369 |
| Verarbeitungsparameter | 373 |
| Verfahrensspezifische Berechnungen | 374 |

7.3 Blasformen

| | |
|---|-----|
| Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 379 |
| Verarbeitungsparameter | 382 |
| Verfahrensspezifische Berechnungen | 383 |
| Fehleranalyse | 384 |

K

F

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|----------|-------------------------|---|-----|
| 8 | 7.4 Spritzgießen | Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 385 |
| | | Verarbeitungsparameter. | 393 |
| | | Verfahrensspezifische Berechnungen | 402 |
| | | Fehleranalyse | 404 |
| | 7.5 Pressen | Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 405 |
| | | Verarbeitungsparameter. | 406 |
| | | Verfahrensspezifische Berechnungen | 407 |
| | | Fehleranalyse | 408 |
| | 7.6 Beschichten | Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 411 |
| | | Verarbeitungsparameter und verfahrenstechnische Berechnungen | 413 |
| | 7.7 Laminieren | Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 415 |
| | | Verarbeitungsparameter. | 416 |
| | | Verfahrensspezifische Berechnungen | 418 |
| | 7.8 Schäumen | Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 419 |
| | | Verarbeitungsparameter. | 421 |
| | | Verfahrensspezifische Berechnungen | 422 |
| | | Fehleranalyse | 422 |
| | 7.9 Kalandrieren | Maschinenaufbau und Verfahrenstechnik | 423 |
| | | Fehleranalyse | 426 |
| | 7.10 Recycling | Recyclinggarten. | 427 |
| | | Recyclingcode. | 428 |

8 Kunststofffenster und Apparatebau

| | |
|---|--|
| 8.1 Fenstermaße und Ausführungsarten | 8.4 Auskleiden von Behältnissen und Räumen |
| Rohbaumaße und Befestigungen | Folienerlegung |
| Fensterdarstellungen | Einsatzgebiete |
| Beanspruchungen und Anforderungen | |
| 8.2 Glasarten und Beanspruchungen | 8.5 Apparatebau |
| Glasdicken und Windbelastung | Elemente des Apparatebaus |
| Wärmeschutzglas. | Kunststoffrohre |
| Sicherheits- und Brandschutzgläser. | Rohrverbindungen für Rohre aus PVC-U |
| | Rohrverbindungen aus PE-HD, PB und Armaturen. |
| 8.3 Wärme- und schalltechnisches Verhalten | |
| Wärmedurchgangskoeffizient | |
| Schallschutz | |
| Fugendichtstoffe und -ausführungen. | |
| Raumlüftung. | |