

1 Längenpr

| | | |
|------------|---|----|
| 1.1 | Größen und Einheiten | 8 |
| 1.2 | Grundlagen der Messtechnik | 10 |
| 1.2.1 | Grundbegriffe | 10 |
| 1.2.2 | Messabweichungen | 13 |
| 1.2.3 | Messmittelfähigkeit, Prüfmittelüberwachung | 16 |
| 1.3 | Längenprüfmittel | 18 |
| 1.3.1 | Maßstäbe, Lehren und Endmaße | 18 |
| 1.3.2 | Mechanische und elektronische Messgeräte | 21 |
| 1.3.3 | Pneumatische Messgeräte | 29 |
| 1.3.4 | Elektronische Messgeräte | 31 |
| 1.3.5 | Optoelektronische Messgeräte | 32 |
| 1.3.6 | Multisensortechnik in Koordinatenmessgeräten | 34 |

2 Qualitätsm

| | | |
|------------|--|----|
| 2.1 | Arbeitsbereiche des QM | 61 |
| 2.2 | Die Normenreihe DIN EN ISO 9000 | 62 |
| 2.3 | Qualitätsforderungen | 62 |
| 2.4 | Qualitätsmerkmale und Fehler | 63 |
| 2.5 | Werkzeuge des Qualitätsmanagements | 64 |
| 2.6 | Qualitätslenkung | 67 |
| 2.7 | Qualitätssicherung | 68 |
| 2.7.1 | Prüfplanung | 68 |
| 2.7.2 | Warscheinlichkeit | 68 |
| 2.7.3 | Die Normalverteilung von Merkmalswerten . | 69 |
| 2.7.4 | Mischverteilung von Merkmalswerten | 69 |

3 Fertigung

| | | |
|------------|--|-----|
| 3.1 | Arbeitssicherheit | 82 |
| 3.2 | Fertigungsverfahren, Gliederung | 84 |
| 3.3 | Gießen | 86 |
| 3.3.1 | Formen und Modelle | 86 |
| 3.3.2 | Gießen in verlorene Formen | 87 |
| 3.3.3 | Gießen in Dauerformen | 90 |
| 3.3.4 | Gusswerkstoffe | 91 |
| 3.3.5 | Gussfehler | 91 |
| 3.4 | Umformen | 92 |
| 3.4.1 | Verhalten der Werkstoffe | 92 |
| 3.4.2 | Übersicht über die Umformverfahren | 92 |
| 3.4.3 | Biegeumformen | 93 |
| 3.4.4 | Zugdruckumformen | 96 |
| 3.4.5 | Druckumformen | 100 |
| 3.4.6 | Umformmaschinen | 102 |
| 3.5 | Schneiden | 103 |
| 3.5.1 | Scherschneiden | 103 |
| 3.5.2 | Strahlschneiden | 108 |

4 Werkst

| | | |
|------------|---|-----|
| 4.1 | Übersicht der Werk- und Hilfsstoffe | 238 |
| 4.2 | Auswahl und Eigenschaften der Werkstoffe | 240 |
| 4.3 | Innerer Aufbau der Metalle | 246 |
| 4.3.1 | Innerer Aufbau und Eigenschaften | 246 |
| 4.3.2 | Kristallgittertypen der Metalle | 247 |
| 4.3.3 | Baufehler im Kristall | 248 |
| 4.3.4 | Entstehung des Metallgefüges | 248 |

7

| | | |
|------------|---|----|
| 1.4 | Oberflächenprüfung | 36 |
| 1.4.1 | Oberflächenprofile | 36 |
| 1.4.2 | Kenngößen von Oberflächen | 37 |
| 1.4.3 | Oberflächen-Prüfverfahren | 38 |
| 1.5 | Toleranzen und Passungen | 40 |
| 1.5.1 | Toleranzen | 40 |
| 1.5.2 | Passungen | 44 |
| 1.6 | Form- und Lageprüfung | 48 |
| 1.6.1 | Form- und Lagetoleranzen | 48 |
| 1.6.2 | Prüfung ebener Flächen und Winkel | 50 |
| 1.6.3 | Rundform-, Koaxialitäts- und Rundlaufprüfung | 53 |
| 1.6.4 | Gewindeprüfung | 58 |
| 1.6.5 | Kegelprüfung | 60 |

61

| | | |
|-------------|---|----|
| 2.7.5 | Kennwerte der Normalverteilung von Stichproben | 70 |
| 2.7.6 | Qualitätsprüfung nach dem Stichprobenverfahren | 71 |
| 2.8 | Maschinenfähigkeit | 72 |
| 2.9 | Prozessfähigkeit | 75 |
| 2.10 | Statistische Prozessregelung mit Qualitätsregelkarten | 76 |
| 2.11 | Auditierung und Zertifizierung | 79 |
| 2.12 | Kontinuierlicher Verbesserungsprozess: Mitarbeiter optimieren Prozesse | 80 |

81

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.6 | Spanende Fertigung | 112 |
| 3.6.1 | Grundlagen | 112 |
| 3.6.2 | Sägen | 120 |
| 3.6.3 | Bohren, Senken, Reiben | 122 |
| 3.6.4 | Drehen | 134 |
| 3.6.5 | Fräsen | 154 |
| 3.6.6 | Schleifen | 171 |
| 3.6.7 | Feinbearbeitung | 183 |
| 3.6.8 | Abtragen | 189 |
| 3.6.9 | Vorrichtungen und Spannelemente | 193 |
| 3.6.10 | Fertigungsbeispiel „Spannpratze“ | 200 |
| 3.7 | Fügen | 204 |
| 3.7.1 | Übersicht über die Fügeverfahren | 204 |
| 3.7.2 | Press- und Schnappverbindungen | 207 |
| 3.7.3 | Kleben | 209 |
| 3.7.4 | Löten | 211 |
| 3.7.5 | Schweißen | 217 |
| 3.8 | Beschichten | 230 |
| 3.9 | Fertigungsbetrieb und Umweltschutz | 234 |

237

| | | |
|------------|--|-----|
| 4.3.5 | Gefügearten und Werkstoffeigenschaften | 249 |
| 4.3.6 | Gefüge reiner Metalle und Legierungen | 250 |
| 4.4 | Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe | 251 |
| 4.4.1 | Herstellung von Roheisen | 251 |
| 4.4.2 | Herstellung von Stahl | 252 |
| 4.4.3 | Legierungs- und Begleitelemente | 255 |
| 4.4.4 | Eisen-Gusswerkstoffe | 256 |
| 4.4.5 | Bezeichnungssystem für Stähle | 260 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 4.4.6 | Einteilung der Stähle | 264 |
| 4.4.7 | Verwendung der Stähle | 265 |
| 4.4.8 | Handelsformen der Stähle | 267 |
| 4.5 | Nichteisenmetalle | 268 |
| 4.5.1 | Leichtmetalle | 268 |
| 4.5.2 | Schwermetalle | 270 |
| 4.6 | Sinterwerkstoffe | 273 |
| 4.7 | Keramische Werkstoffe | 275 |
| 4.8 | Wärmebehandlung der Stähle | 277 |
| 4.8.1 | Gefügearten der Eisenwerkstoffe | 277 |
| 4.8.2 | Eisen-Kohlenstoff-Zustandsdiagramm | 278 |
| 4.8.3 | Gefüge und Kristallgitter bei Erwärmung | 279 |
| 4.8.4 | Glühen | 280 |
| 4.8.5 | Härten | 281 |
| 4.8.6 | Vergüten | 285 |
| 4.8.7 | Härten der Randzone | 286 |
| 4.8.8 | Fertigungsbeispiel: Spannpratze | 289 |
| 4.9 | Werkstoffprüfung | 290 |
| 4.9.1 | Prüfung der Verarbeitungseigenschaften | 290 |
| 4.9.2 | Prüfung mechanischer Eigenschaften | 291 |
| 4.9.3 | Kerbschlagbiegeversuch | 293 |
| 4.9.4 | Härteprüfungen | 294 |
| 4.9.5 | Dauerfestigkeitsprüfung | 298 |
| 4.9.6 | Bauteil-Betriebslasten-Prüfung | 299 |

5 Maschinen- und Anlagenbau

| | | |
|------------|---|------------|
| 5.1 | Einteilung der Maschinen | 330 |
| 5.1.1 | Kraftmaschinen | 330 |
| 5.1.2 | Arbeitsmaschinen | 334 |
| 5.1.3 | Datenverarbeitungsanlagen | 337 |
| 5.1.4 | Fertigungsanlagen | 338 |
| 5.2 | Fertigungseinrichtungen | 339 |
| 5.2.1 | Handhabungseinrichtungen | 339 |
| 5.2.2 | Flexible Fertigungseinrichtungen | 343 |
| 5.3 | Inbetriebnahme | 349 |
| 5.3.1 | Aufstellen von Maschinen | 350 |
| 5.3.2 | Inbetriebnahme von Maschinen oder Anlagen | 351 |
| 5.3.3 | Abnahme von Maschinen oder Anlagen | 351 |
| 5.4 | Funktionseinheiten von Maschinen und Geräten | 353 |
| 5.4.1 | Innerer Aufbau von Maschinen | 353 |
| 5.4.2 | Funktionseinheiten einer CNC-Werkzeugmaschine | 355 |
| 5.4.3 | Funktionseinheiten eines Kraftfahrzeugs | 357 |
| 5.4.4 | Funktionseinheiten einer Klimaanlage | 358 |
| 5.4.5 | Sicherheitseinrichtungen an Maschinen | 359 |
| 5.5 | Funktionseinheiten zum Verbinden | 361 |
| 5.5.1 | Gewinde | 361 |
| 5.5.2 | Schraubenverbindungen | 363 |
| 5.5.3 | Stiftverbindungen | 371 |
| 5.5.4 | Nietverbindungen | 373 |
| 5.5.5 | Welle-Nabe-Verbindungen | 375 |
| 5.6 | Funktionseinheiten zum Stützen und Tragen | 379 |
| 5.6.1 | Reibung und Schmierstoffe | 379 |
| 5.6.2 | Lager | 382 |
| 5.6.3 | Führungen | 391 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 4.9.7 | Zerstörungsfreie Werkstoffprüfungen | 299 |
| 4.9.8 | Metallografische Untersuchungen | 300 |
| 4.10 | Korrosion und Korrosionsschutz | 301 |
| 4.10.1 | Ursachen der Korrosion | 301 |
| 4.10.2 | Korrosionsarten und ihr Erscheinungsbild .. | 303 |
| 4.10.3 | Korrosionsschutz-Maßnahmen | 304 |
| 4.11 | Kunststoffe | 307 |
| 4.11.1 | Eigenschaften und Verwendung | 307 |
| 4.11.2 | Chemische Zusammensetzung und Herstellung | 308 |
| 4.11.3 | Technologische Einteilung und innere Struktur | 309 |
| 4.11.4 | Thermoplaste | 310 |
| 4.11.5 | Duroplaste | 312 |
| 4.11.6 | Elastomere | 313 |
| 4.11.7 | Prüfung der Kunststoff-Kennwerte | 314 |
| 4.11.8 | Wichtige Kunststoffe und ihre Kennwerte .. | 315 |
| 4.11.9 | Formgebung der Kunststoffe | 316 |
| 4.11.10 | Weiterverarbeitung der Halbzeuge und Fertigteile | 321 |
| 4.12 | Verbundwerkstoffe | 323 |
| 4.13 | Umweltproblematik der Werk- und Hilfsstoffe | 327 |

nd Gerätetechnik 329

| | | |
|-------------|--|------------|
| 5.6.4 | Dichtungen | 394 |
| 5.6.5 | Federn | 396 |
| 5.7 | Funktionseinheiten zur Energieübertragung | 398 |
| 5.7.1 | Wellen und Achsen | 398 |
| 5.7.2 | Kupplungen | 400 |
| 5.7.3 | Riementriebe | 405 |
| 5.7.4 | Kettentriebe | 407 |
| 5.7.5 | Zahnradtriebe | 409 |
| 5.8 | Antriebseinheiten | 412 |
| 5.8.1 | Elektromotore | 412 |
| 5.8.2 | Getriebe | 419 |
| 5.8.3 | Linearantriebe | 425 |
| 5.9 | Montagetechnik | 427 |
| 5.9.1 | Montageplanung | 427 |
| 5.9.2 | Organisationsformen bei der Montage | 428 |
| 5.9.3 | Automatisierung der Montage | 428 |
| 5.9.4 | Montagebeispiele | 429 |
| 5.10 | Instandhaltung | 435 |
| 5.10.1 | Tätigkeitsgebiete und Definitionen | 435 |
| 5.10.2 | Begriffe der Instandhaltung | 436 |
| 5.10.3 | Ziele der Instandhaltung | 437 |
| 5.10.4 | Instandhaltungskonzepte | 437 |
| 5.10.5 | Wartung | 440 |
| 5.10.6 | Die Inspektion | 443 |
| 5.10.7 | Instandsetzung | 445 |
| 5.10.8 | Verbesserung | 447 |
| 5.10.9 | Auffinden von Störstellen und Fehlerquellen | 448 |
| 5.11 | Schadensanalyse und Schadensvermeidung | 449 |
| 5.12 | Beanspruchung auf Festigkeit | 451 |

| | | |
|------------|---|-----|
| 6.1 | Steuern und Regeln | 454 |
| 6.1.1 | Grundlagen der Steuerungstechnik | 454 |
| 6.1.2 | Grundlagen der Regelungstechnik | 456 |
| 6.2 | Grundlagen für die Lösung von Steuerungsaufgaben | 460 |
| 6.2.1 | Arbeitsweise von Steuerungen | 460 |
| 6.2.2 | Bauelemente der Steuerungen | 461 |
| 6.2.3 | GRAFCET | 467 |
| 6.3 | Pneumatische Steuerungen | 470 |
| 6.3.1 | Baugruppen | 470 |
| 6.3.2 | Bauelemente | 471 |
| 6.3.3 | Schaltpläne | 479 |
| 6.3.4 | Beispiele pneumatischer Steuerungen | 480 |
| 6.3.5 | Elektropneumatische Steuerungen | 482 |
| 6.4 | Hydraulische Steuerungen | 484 |
| 6.4.1 | Bauelemente | 484 |
| 6.4.2 | Elektrohydraulische Steuerungen | 492 |
| 6.5 | Elektrische Steuerungen | 495 |

7 Informatik

| | | |
|------------|---|-----|
| 7.1 | Technische Kommunikation | 536 |
| 7.1.1 | Normen und Richtlinien | 536 |
| 7.1.2 | Technische Zeichnungen | 537 |
| 7.1.3 | Darstellung technischer Zusammenhänge | 538 |
| 7.1.4 | Pläne und Protokolle | 538 |
| 7.2 | Grundlagen der Computertechnik | 540 |
| 7.2.1 | Arbeitsweise von Computern | 540 |
| 7.2.2 | Aufbau eines PC | 541 |

8 Elektrische Grundlagen

| | | |
|------------|---|-----|
| 8.1 | Der elektrische Stromkreis | 551 |
| | Spannung, Strom, Widerstand | 551 |
| 8.2 | Schaltung von Widerständen | 554 |
| 8.3 | Stromarten | 556 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 6.5.1 | Aufbau | 495 |
| 6.5.2 | Elektrische Schaltgeräte | 495 |
| 6.5.3 | Elektrische Kontaktsteuerungen | 496 |
| 6.6 | Speicherprogrammierbare Steuerungen .. | 499 |
| 6.6.1 | Aufbau einer SPS | 499 |
| 6.6.2 | Arbeitsweise einer SPS | 500 |
| 6.6.3 | Programmieren einer SPS | 501 |
| 6.7 | CNC-Steuerungen | 507 |
| 6.7.1 | Merkmale numerisch gesteuerter Maschinen | 507 |
| 6.7.2 | Koordinaten, Null- und Bezugspunkte | 511 |
| 6.7.3 | Steuerungsarten, Korrekturen | 513 |
| 6.7.4 | Erstellen von CNC-Programmen | 516 |
| 6.7.5 | Zyklen und Unterprogramme | 521 |
| 6.7.6 | Programmieren von NC-Drehmaschinen ... | 522 |
| 6.7.7 | Programmieren von NC-Fräsmaschinen ... | 529 |
| 6.7.8 | Programmierverfahren | 533 |

| | |
|--------------------|------------|
| ionstechnik | 535 |
|--------------------|------------|

| | | |
|--------|---|-----|
| 7.2.3 | Informationsdarstellung im Rechner | 543 |
| 7.2.4 | Peripheriegeräte | 544 |
| 7.2.5 | Starten eines Computers | 545 |
| 7.2.6 | Das Betriebssystem | 546 |
| 7.2.7 | Computerviren | 546 |
| 7.2.8 | Anwendersoftware | 547 |
| 7.2.9 | Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen der Computertechnik | 549 |
| 7.2.10 | Arbeitsschutz am Computer | 550 |
| 7.2.11 | Datenschutz | 550 |

| | |
|------------------|------------|
| rotechnik | 551 |
|------------------|------------|

| | | |
|------------|---|------------|
| 8.4 | Elektrische Leistung und Arbeit | 557 |
| 8.5 | Überstrom-Schutzeinrichtungen | 558 |
| 8.6 | Fehler an elektrischen Anlagen und Schutzmaßnahmen | 559 |

| | |
|--|-----|
| Ziele und Merkmale | 563 |
| Lernfeld 1: Fertigen von Bauelementen mit handgeführten Werkzeugen | 564 |
| Lernfeld 2: Fertigen von Bauelementen mit Maschinen | 566 |
| Lernfeld 3: Herstellen von einfachen Baugruppen | 568 |
| Lernfeld 4: Warten technischer Systeme | 570 |
| Lernfeld 7: Montieren von technischen Teilsystemen | 572 |
| Lernfeld 8: Fertigen auf numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen | 574 |
| Lernfeld 10: Herstellen und Inbetriebnahme von technischen Teilsystemen | 576 |
| Lernfeld 11: Überwachen der Produkt- und Prozessqualität | 578 |
| Lernfeld 5: Fertigen von Einzelteilen mit Werkzeugmaschinen (Kurzfassung) | 580 |
| Lernfeld 6: Installieren und Inbetriebnehmen steuerungstechnischer Systeme (Kurzfassung) | 580 |
| Lernfeld 9: Instandsetzen von technischen Systemen (Kurzfassung) | 580 |
| Lernfeld 12: Instandhalten von technischen Systemen (Kurzfassung) | 581 |
| Lernfeld 13: Sicherstellen der Betriebsfähigkeit automatisierter Systeme (Kurzfassung) | 581 |