

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen des methodischen Konstruierens

| | | |
|-------|--|----|
| 1.1 | Einführung (<i>Aufgaben unter 1.4.1, S. 60</i>) | 1 |
| 1.1.1 | Das Problem | 1 |
| 1.1.2 | Das Funktionendenken | 4 |
| 1.2 | Die Arbeitsschritte des methodischen Konstruierens | 8 |
| 1.2.1 | Der Vorgehensplan | 8 |
| 1.2.2 | Das Analysieren der Aufgabe (<i>Aufgaben unter 1.4.2, S. 60</i>) | 10 |
| 1.2.3 | Das Konzipieren (<i>Aufgaben unter 1.4.3, S. 61</i>) | 13 |
| 1.2.4 | Das Entwerfen und Ausarbeiten (<i>Aufgaben unter 1.4.4, S. 66</i>) | 30 |
| 1.3 | Beispiele | 37 |
| | Beispiel 1.1: Abstraktion der Gesamtfunktion | 37 |
| | Beispiel 1.2: Umsatzgrößen | 37 |
| | Beispiel 1.3: Erstellen der Anforderungsliste | 38 |
| | Beispiel 1.4: Erstellen der Funktionsstruktur | 40 |
| | Beispiel 1.5: Lösungsfindung A | 43 |
| | Beispiel 1.6: Lösungsfindung B | 52 |
| | Beispiel 1.7: Lösungsfindung C | 54 |
| | Beispiel 1.8: Technische Bewertung | 55 |
| | Beispiel 1.9: Wirtschaftliche Bewertung | 57 |
| | Beispiel 1.10: Stärkediagramm | 59 |
| 1.4 | Aufgaben | 60 |
| 1.4.1 | Einführung in das methodische Konstruieren | 60 |
| 1.4.2 | Das Analysieren der Aufgabe | 60 |
| 1.4.3 | Das Konzipieren | 61 |
| 1.4.4 | Das Entwerfen und Ausarbeiten | 66 |
| 1.5 | Schrifttum | 67 |
| 1.5.1 | Zum Konzipieren und Entwerfen | 67 |
| 1.5.2 | Zum Ausarbeiten | 68 |

2 Das werkstoffgerechte Gestalten

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Die Festigkeitseigenschaften der Werkstoffe | 69 |
| 2.2 | Die Werkstoffkosten und die Wirtschaftlichkeit | 69 |
| 2.3 | Die Werkstoffwahl und die Fertigung | 71 |
| 2.4 | Die Werkstoffwahl und die Lebensdauer | 72 |
| 2.5 | Die Werkstoffwahl und der Leichtbau | 73 |
| 2.6 | Beispiele | 74 |

| | | |
|---------------|---|----|
| Beispiel 2.1: | Ermittlung der Brutto-Werkstoffkosten | 74 |
| Beispiel 2.2: | Werkstoffkenngröße für Kostenvergleich | 74 |
| Beispiel 2.3: | Verschnittverringerung von Blechteilen | 76 |
| Beispiel 2.4: | Stückzahl → Fertigungsverfahren → gewählter Werkstoff | 77 |
| Beispiel 2.5: | Kenngröße für den Werkstoff-Leichtbau bei Knickung | 77 |
| Beispiel 2.6: | Gewichtvergleich eines Freitragers als Schweiß- und Gußkonstruktion | 79 |
| Beispiel 2.7: | Schneckengetriebegehäuse für Hängekran in Schweiß- und Gußausführung | 80 |
| 2.7 Aufgaben | | 81 |

3 Das festigkeitsgerechte Gestalten

| | | |
|-----|--|-----|
| 3.1 | Das Prinzip der direkten Krafteinleitung | 85 |
| 3.2 | Das Prinzip der konstanten Gestaltfestigkeit | 87 |
| 3.3 | Das Prinzip der minimalen Kerbwirkung | 88 |
| 3.4 | Das Prinzip der ausreichenden Steifigkeit | 92 |
| 3.5 | Das Prinzip der abgestimmten Verformung | 95 |
| 3.6 | Das Prinzip des Kraftausgleichs | 99 |
| 3.7 | Beispiele | 100 |
| | Beispiel 3.1: Träger gleicher Biegespannung | 100 |
| 3.8 | Aufgaben | 102 |
| 3.9 | Schrifttum | 107 |

4 Das fertigungsgerechte Gestalten

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.1 | Das Gestalten von Gußteilen (<i>Aufgaben unter 4.7.1, S. 182</i>) | 108 |
| 4.1.1 | Grundlagen | 108 |
| 4.1.2 | Allgemeintoleranzen und Bearbeitungszugaben für Gußteile | 109 |
| 4.1.3 | Spezifische Eigenschaften der verschiedenen Gußsorten | 110 |
| 4.1.4 | Die Gefügebildung von Gußteilen | 113 |
| 4.1.5 | Werkstoffbedingte Gestaltungsregeln | 114 |
| 4.1.6 | Verfahrensbedingte Gestaltungsregeln | 118 |
| 4.1.7 | Nachbehandlungsbedingte Gestaltungsregeln | 121 |
| 4.1.8 | Schrifttum | 124 |
| 4.2 | Das Gestalten von Schmiede- und Fließpreßteilen (<i>Aufgaben unter 4.7.2, S. 183</i>) | 125 |
| 4.2.1 | Grundlagen | 125 |
| 4.2.2 | Das Gestalten von Schmiedeteilen | 125 |
| 4.2.3 | Richtlinien für das Gestalten von Gesenkschmiedestücken | 127 |
| 4.2.4 | Das Gestalten von Schmiedestücken als Fertigungsfolgeteile | 131 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 4.2.5 | Vergleich von Schmiedeteilen und Gußstücken | 132 |
| 4.2.6 | Das Gestalten von Fließpreßteilen | 133 |
| 4.2.7 | Schrifttum | 135 |
| 4.3 | Das Gestalten von Löt- und Schweißverbindungen (<i>Aufgaben unter 4.7.3, S. 187</i>) | 136 |
| 4.3.1 | Das Gestalten von Lötverbindungen | 137 |
| 4.3.2 | Das Gestalten von Schweißverbindungen | 141 |
| 4.3.3 | Schrifttum | 150 |
| 4.4 | Das Gestalten von Blechteilen | 150 |
| 4.4.1 | Begriffliche Einordnung | 150 |
| 4.4.2 | Fertigungsbedingte Gestaltungsregeln | 150 |
| 4.4.3 | Festigkeitsbedingte Gestaltungsregeln | 156 |
| 4.4.4 | Schrifttum | 159 |
| 4.5 | Das Gestalten von Kunststoffteilen (<i>Aufgaben unter 4.7.4, S. 188</i>) | 160 |
| 4.5.1 | Kleine Kunststoffkunde | 160 |
| 4.5.2 | Gestaltungsregeln für Kunststoffteile | 162 |
| 4.5.3 | Schrifttum | 172 |
| 4.6 | Beispiele | 173 |
| | Beispiel 4.1: Verschiedene Verfahren mit den erforderlichen Fertigungsstufen beim Gesenkschmieden | 173 |
| | Beispiel 4.2: Fertigungsfolge beim Gesenkschmieden eines Hebels | 174 |
| | Beispiel 4.3: Tellerrad für den Achsantrieb eines Lkw | 174 |
| | Beispiel 4.4: Gebogener Hebel | 177 |
| | Beispiel 4.5: Schalthebel für die Ventilsteuerung einer Entstaubungsanlage | 179 |
| | Beispiel 4.6: Planetenträger für Radnabengetriebe | 180 |
| | Beispiel 4.7: Fließgerechte Flanschbuchse | 181 |
| 4.7 | Aufgaben | 182 |
| 4.7.1 | Das Gestalten von Gußteilen | 182 |
| 4.7.2 | Das Gestalten von Schmiede- und Fließpreßteilen | 183 |
| 4.7.3 | Das Gestalten von Löt- und Schweißverbindungen | 187 |
| 4.7.4 | Das Gestalten von Kunststoffteilen | 189 |

Anhang

(1 Grundlagen des methodischen Konstruierens)

| | | |
|------|---|-----|
| A1-1 | Grundoperationen und Elementarfunktionen von Maschinen, Apparaten und Geräten | 192 |
| A1-2 | Physikalische Effekte für die Elementarfunktion „Energie wandeln“ | 194 |
| A1-3 | Physikalische Effekte für die Elementarfunktion „Elektrische Energie in mechanische Energie wandeln“ | 196 |
| A1-4 | Hauptschritte des methodischen Konstruierens | 197 |
| A1-5 | Fragebogen für Anpassungs- und Variantenkonstruktionen | 199 |

| | | |
|-------|---|-----|
| A1-6 | Checkliste technischer Eigenschaften für das Sammeln von Informationen für die Erstellung der Anforderungsliste und für die technische Bewertung von Konstruktionen | 200 |
| A1-7 | Formblatt zum Erstellen von Anforderungslisten | 201 |
| A1-8 | Wichtige Elementarfunktionen für den Umsatz von Energie, Stoffen und Signalen | 201 |
| A1-9 | Lösungskatalog für die Funktion „Kraft einstufig mechanisch vervielfältigen“ | 202 |
| A1-10 | Kostenschema für Zuschlagkalkulation | 204 |
| A1-11 | Maßnahmen gegen Bedienungsfehler | 205 |
| A1-12 | Empfehlungen für die Formgebung technischer Produkte | 205 |
| A1-13 | Beispiele für Störgrößen | 206 |
| A1-14 | Konstruktionsvorschriften | 206 |

(2 Das werkstoffgerechte Gestalten)

Technische und wirtschaftliche Kenngrößen für die Werkstoffwahl

| | | |
|-------|---|-----|
| A2-1 | Allgemeine Baustähle – DIN 17 100 für Halbzeug und Schmiedestücke | 207 |
| A2-2 | Vergütungsstähle und vergütbare Automatenstähle für Schmiedestücke und Halbzeug | 208 |
| A2-3 | Einsatzstähle – DIN 17 210 – und Nitrierstähle – DIN 17 211 – für Schmiedestücke und Halbzeug | 209 |
| A2-4 | Feinbleche kalt gewalzt | 210 |
| A2-5 | Warmgewalztes Blech von 3 bis 4,75 mm Dicke | 211 |
| A2-6 | Warmgewalztes Blech von 3 bis 150 mm Dicke – Formnorm DIN 1543 | 212 |
| A2-7 | Geschweißte und nahtlose Rohre aus Stahl | 213 |
| A2-8 | k_v^* -Werte für Gußteile aus Eisenwerkstoffen | 214 |
| A2-9 | k_v^* -Werte für Gesenkschmiedestücke aus Stahl | 215 |
| A2-10 | NE-Schwermetalle für Bleche, Bänder, Stangen und Rohre | 216 |
| A2-11 | k_v^* -Werte für Gußteile aus NE-Schwermetallen | 217 |
| A2-12 | Al-Knetlegierungen für Bleche, Bänder, Rohre und Stangen | 218 |
| A2-13 | k_v^* -Werte für Gußteile aus NE-Leichtmetallen | 219 |
| A2-14 | Kenngrößen bei Zug/Druck, Biegung und Torsion | 221 |
| A2-15 | Prozentuale Materialkosten-Anteile | 222 |
| A2-16 | Wichtige Werkstoffeigenschaften für oft angewendete Fertigungsverfahren | 223 |
| A2-17 | Übliche Betriebslebensdauer wichtiger technischer Produkte | 224 |

(3 Das festigkeitsgerechte Gestalten)

| | | |
|------|--|-----|
| A3-1 | Gestaltungsregeln zur Kleinhaltung von Biegespannungen | 225 |
| A3-2 | Gestaltungsregeln für Entlastungskerbene an Achsen und Wellen | 226 |
| A3-3 | Vergleich von in Leicht- und Stahlbau oft verwendeten geschlossenen bzw. offenen Profilen | 227 |
| A3-4 | Beispiele für den Ausgleich von nicht funktionsbedingten Nebenkräften. | 228 |

(4 Das fertigungsgerechte Gestalten)

| | | |
|--------|--|-----|
| A4.1-1 | Guß-Allgemeintoleranz-Gruppe GTB nach DIN 1680 T2 (Auszug) | 229 |
| A4.1-2 | Bearbeitungszugaben BZ bei Gußstücken (GG und GGG) bis 1000 kg Gewicht und bis 50 mm Wanddicke nach DIN 1685 T1 und DIN 1686 T1 | 230 |
| A4.1-3 | Formschrägen an Modellen nach DIN 1511 | 230 |
| A4.1-4 | Wanddickeneinfluß bei Gußeisen mit Lamellengraphit (GG) | 230 |
| A4.1-5 | Werkstoffbedingte Gestaltungsregeln für Gußteile | 231 |
| A4.1-6 | Verfahrensbedingte Gestaltungsregeln für Gußteile | 232 |
| A4.1-7 | Bearbeitungsgerechte Gestaltung von Gußteilen | 233 |
| A4.2-1 | Regeln für das werkzeug-, fertigungs- und bearbeitungsgerechte Gestalten von Gesenkschmiedeteilen | 234 |
| A4.2-2 | Werte für Seitenschrägen von Innen- und Außenflächen | 235 |
| A4.2-3 | Bearbeitungszugabe z_1 für Innen- und Außenflächen an Gesenkschmiedestücken | 236 |
| A4.2-4 | Bearbeitungszugabe z_2 für zylindrisch gelochte Bohrungen an Gesenkschmiedestücken | 236 |
| A4.2-5 | Kantenrundung r_1 , Hohlkehlen r_2 und r_4 an Gesenkschmiedestücken. | 236 |
| A4.2-6 | Toleranzen und zul. Abweichungen für Längen-, Breiten- und Höhenmaße (Durchmesser), Versatz, Außermittigkeit, Gratansatz und Anschnitttiefe nach DIN 7526 (Schmiedegüte F) | 237 |
| A4.2-7 | Toleranzen und zul. Abweichungen für Dickenmaße und Auswerfer- marken nach DIN 7526 (Schmiedegüte F) | 238 |
| A4.2-8 | Gestaltung von Gesenkschmiedestücken; Bearbeitungszugaben, Rundungen und Seitenschrägen | 239 |
| A4.2-9 | Regeln für die Gestaltung von Fließpreßteilen | 241 |
| A4.3-1 | Geschweißte Eckverbindungen | 242 |
| A4.4-1 | Bemessen von Zuschnitten und Lochungen von Blechplatinen | 243 |
| A4.4-2 | Kleinste zulässige Biegeradien $R_{i\min}$ für Bleche und dgl. aus Stahl für 90°-Biegung | 244 |
| A4.4-3 | Kleinste zulässige Biegeradien für 90°-Biegung | 245 |
| A4.4-4 | Kleinste zulässige Biegeradien $R_{i\min}$ für 90°-Biegung für Bleche und Bänder aus NE-Metallen | 245 |
| A4.4-5 | Kleinste zulässige Biegeradien R_{\min} für Rohre aus Stahl, Al-Legierungen und Kupfer nach DIN 5508 | 246 |

| | | |
|---------|--|-----|
| A4.4-6 | Kleinstmögliche Ziehverhältnisse für den 1. Zug m_1 und für das Stufenziehen | 247 |
| A4.4-7 | Nomogramm zur Ermittlung des Radius an der Ziehkante | 247 |
| A4.4-8 | Nomogramm zur Ermittlung der Abmessungen runder Ziehteile | 247 |
| A4.4-9 | Gebräuchliche Falzarten | 248 |
| A4.4-10 | Stangenförmige Grundprofilformen aus Blechen | 249 |
| A4.4-11 | Richtlinien für das Gestalten von Blechteilen; Fertigung durch Zerteilen | 250 |
| A4.4-12 | Richtlinien für das Gestalten von Blechteilen; Fertigungsverfahren Biegen | 252 |
| A4.4-13 | Richtlinien für das festigkeitsgerechte Anbringen von Sicken an Blechteilen | 254 |
| A4.5-1 | Gestaltungsregeln für Spritzguß- und Formpreßteile | 255 |
| A4.5-2 | Gestaltungsregeln für Bauteile aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) | 258 |
| A4.5-3 | Gestaltungsregeln für Kleb- und Schweißverbindungen an Kunststoffteilen | 260 |
| A4.5-4 | Wandhöhe von Preßteilen aus Kunststoffen | 261 |
| A4.5-5 | Lineare Wärmeausdehnungskoeffizienten von Kunststoffen | 261 |
| A4.5-6 | Zustandsbereiche thermoplastischer Kunststoffe | 261 |