

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:	Verschnittverringern 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

4

(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 Entlastungskerb 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 Anschnittiefe 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 Zienteile	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