

Fachkenntnisse

	Inhaltsverzeichnis	7
1	Konstruktionslehre	13
2	Grundlagen des systematischen Konstruierens ..	37
3	Integrierte Produktentwicklung	65
4	Konstruktionsphase Planen	83
5	Konstruktionsphase Konzipieren	113
6	Konstruktionsphase Entwerfen	179
7	Konstruktionsphase Ausarbeiten	285
8	Konstruktion und Kosten	339
9	Rechnerunterstütztes Konstruieren	379

Anwendungsübungen

10	Übungsaufgaben	425
	Aufgabenstellungen	425
	Lösungen	449

Grundlagenkenntnisse

11	Werkstoffe	487
12	Maschinenelemente	493

Literaturverzeichnis

511

Stichwortverzeichnis

521

Inhalt

1	Konstruktionslehre	13
1.1	Einführung und Erfahrungen.....	15
1.2	Konstruktion im Betrieb	21
1.3	Konstruieren als Tätigkeit	25
1.4	Konstruktionsmethodik.....	26
1.5	Konstruktionsarten.....	28
1.6	Konstruktionsmethodik – Erwartungen.....	33
1.7	Zusammenfassung	36
2	Grundlagen des systematischen Konstruierens	37
2.1	Technische Systeme	37
2.1.1	Grundlagen und Begriffe	37
2.1.2	Energie-, Stoff- und Informationsumsatz	40
2.1.3	Black-Box-Methode.....	44
2.1.4	Funktionsbeschreibung	46
2.1.5	Wirkprinzipien für Teilfunktionen.....	49
2.1.6	Entwicklungsschritte technischer Systeme	51
2.2	Grundlegende Arbeitsmethoden	54
2.3	Informationsverarbeitung in der Konstruktion	58
2.4	Zusammenfassung	64
3	Integrierte Produktentwicklung	65
3.1	Der Entwicklungsprozess	66
3.2	Der Lösungsprozess	69
3.3	Bearbeiten von Ingenieuraufgaben	71
3.4	Ablauf bei der Lösungssuche	73
3.5	Arbeitsschritte beim Konstruieren.....	75
3.6	Zusammenfassung	82
4	Konstruktionsphase Planen	83
4.1	Planen der Produkte	84
4.2	Klären der Aufgabenstellung.....	86
4.3	Anforderungslisten	89
4.3.1	Anforderungsarten	90
4.3.2	Anforderungskataloge.....	91
4.3.3	Formblatt für Anforderungslisten	97
4.3.4	Aufstellen der Anforderungsliste	98
4.4	Qualitätssicherung beim Planen.....	103
4.5	Quality Function Deployment (QFD)	104
4.6	Zusammenfassung	112

5 Konstruktionsphase Konzipieren	113
5.1 Abstrahieren und Problem formulieren	113
5.2 Funktionsstruktur und Funktionsanalyse	115
5.3 Lösungen finden mit merkmalorientierten Methoden	119
5.3.1 Lösungen finden durch Analogien	119
5.3.2 Lösungen finden durch Variation	120
5.3.3 Lösungen finden durch Kombination	121
5.4 Lösungsprinzipien suchen	122
5.4.1 Analyse von Veröffentlichungen	123
5.4.2 Analyse bekannter technischer Systeme	123
5.4.3 Anregungen durch Analogien	123
5.4.4 Erkenntnisse aus Versuchen	124
5.4.5 Kreativität und Intuition	124
5.4.6 Brainstorming	127
5.4.7 Brainwriting	128
5.4.8 Methode 635	128
5.4.9 Mind Mapping	131
5.4.10 Methode Morphologischer Kasten	136
5.4.11 Methode der Ordnenden Gesichtspunkte	140
5.4.12 Methode Konstruktionskatalog-Einsatz	144
5.4.13 Methode Problemlösungsbaum	149
5.5 Konstruieren mit Zulieferkomponenten	150
5.5.1 Zulieferkomponenten und Eigenentwicklungen im Vergleich	151
5.5.2 Produktentwicklung mit Zulieferkomponenten	152
5.5.3 Zulieferorientiertes Konstruieren	155
5.6 Lösungen entwickeln mit Bionik	156
5.6.1 Technische Biologie und Bionik	157
5.6.2 Bionischer Denk- und Handlungsprozess	158
5.6.3 Ausblick und Hinweise	160
5.7 Lösungen entwickeln mit Mechatronik	161
5.7.1 Übersicht und Einführung	162
5.7.2 Grundlagen mechatronischer Systeme	163
5.7.3 Aktoren	165
5.7.4 Sensoren	165
5.7.5 Ausblick und Hinweise	166
5.8 Bewerten von Lösungsvarianten	167
5.8.1 Grundlagen der Bewertung	167
5.8.2 Vorteil-Nachteil-Vergleich	167
5.8.3 Dominanzmatrix	168
5.8.4 Paarweiser Vergleich	169
5.8.5 Erkennen von Bewertungskriterien	170
5.8.6 Bewertung mit Punkten	170
5.8.7 Bewertungspraxis in der Konzeptphase	172
5.9 Qualitätssicherung beim Konzipieren	176
5.10 Zusammenfassung	177

6	Konstruktionsphase Entwerfen	179
6.1	Allgemeine Forderungen an technische Produkte.....	179
6.2	Arbeitsschritte beim Entwerfen	180
6.3	Anwendung der Arbeitsschritte beim Entwerfen	182
6.3.1	Gelenkige Aufhängung entwerfen und gestalten.....	182
6.3.2	Entwerfen mit 3D-CAD/CAM-Systemen.....	190
6.4	Grundsätze für das Entwerfen	191
6.5	Gestaltungsgrundregeln	193
6.5.1	Grundregel „Eindeutig“	194
6.5.2	Grundregel „Einfach“	195
6.5.3	Grundregel „Sicher“.....	196
6.6	Gestaltungsprinzipien.....	198
6.6.1	Prinzipien der Kraftleitung.....	200
6.6.2	Regeln zur kraftflussgerechten Gestaltung	202
6.7	Gestaltungsrichtlinien	205
6.7.1	Fertigungsgerechte Gestaltung.....	208
6.7.2	Montagegerechte Gestaltung	221
6.7.3	Lärmarm konstruieren.....	229
6.7.4	Recyclinggerechte Gestaltung	234
6.7.5	Konstruktionsablauf mit Recyclingorientierung.....	244
6.7.6	Entsorgungsgerechte Gestaltung.....	262
6.8	Bewerten von Entwürfen.....	270
6.9	Qualitätssicherung beim Entwerfen.....	275
6.10	Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse (FMEA).....	276
6.11	Zusammenfassung	283
7	Konstruktionsphase Ausarbeiten	285
7.1	Erzeugnisgliederung	287
7.2	Zeichnungen	291
7.3	Stücklisten.....	294
7.3.1	Stücklistenaufbau	295
7.3.2	Stücklistenarten	298
7.3.3	Gliederung der Stücklistenarten	305
7.3.4	Verwendung von Stücklisten	306
7.4	Nummernsysteme.....	307
7.4.1	Nummerungstechnik – Grundlagen	308
7.4.2	Arten und Eigenschaften von Nummern.....	308
7.4.3	Ziele der Nummerung	309
7.4.4	Identnummern	310
7.4.5	Klassifizierungsnummern	310
7.4.6	Nummernsysteme.....	314
7.4.7	Sachnummern.....	316
7.4.8	Sachnummernsystem	316

7.5	Sachmerkmale	319
7.5.1	Sachmerkmalleisten	321
7.5.2	Anzahl und Wertigkeit der Sachmerkmale	324
7.5.3	Sachnummernsystem durch Klassifizierung über Sachmerkmale.....	324
7.5.4	Methode zum Erarbeiten von Sachmerkmalen	332
7.6	Qualitätssicherung beim Ausarbeiten.....	336
7.7	Qualitätsdenken	337
7.8	Zusammenfassung	338
8	Konstruktion und Kosten.....	339
8.1	Kostenbegriffe	340
8.2	Kosteneigenschaften	342
8.3	Einflussgrößen auf die Herstellkosten	343
8.3.1	Anforderungen	343
8.3.2	Lösungsprinzip.....	344
8.3.3	Baugröße	345
8.3.4	Stückzahl	345
8.4	Kostengünstig Konstruieren	346
8.5	Kostenermittlungsverfahren.....	348
8.6	Relativkosten	349
8.6.1	Vorteile und Nachteile	350
8.6.2	Erarbeiten und Aktualisieren	350
8.6.3	Darstellung und Beispiel.....	351
8.6.4	Gültigkeit der Relativkosten	353
8.6.5	Einsatz der Methode.....	353
8.7	ABC-Analyse	356
	Vorgehen und Beispiele	357
8.8	Wertanalyse	362
8.8.1	Entwicklung der Wertanalyse	363
8.8.2	Grundbegriffe der Wertanalyse.....	364
8.8.3	Auswahlkriterien für Wertanalyseprojekte	368
8.8.4	Wertanalyse-System nach DIN 69910	369
8.9	Methode zur Kostenanalyse	371
8.10	Herstellkostenermittlung durch Kalkulation.....	373
8.11	Zusammenfassung	378
9	Rechnerunterstütztes Konstruieren	379
9.1	CAD/CAM – Begriffe und Systeme.....	379
9.1.1	CAD – Computer Aided Design	380
9.1.2	CAP – Computer Aided Planning	381
9.1.3	CAM – Computer Aided Manufacturing	382
9.1.4	CAQ – Computer Aided Quality Assurance.....	382
9.1.5	PPS – Produktionsplanung und -steuerung.....	382
9.1.6	CAD/CAM	383
9.2	Konstruieren mit 3D-CAD/CAM-Systemen.....	384

9.3 Baugruppenkonstruktion mit Skeletttechnik.....	405
9.4 Produktdatenmanagement-Systeme (PDM).....	408
9.5 Kennzahlen für den Bereich Konstruktion	410
9.5.1 Aufgaben und Tätigkeiten.....	411
9.5.2 Konstruktionsarten	412
9.5.3 Durchlaufzeiten	413
9.5.4 Unternehmensbereiche für Projekte.....	415
9.5.5 Produktprogramm und zugekauft Leistungen.....	415
9.5.6 Aufgaben und organisatorische Regelungen	417
9.6 Informationstechnik und Konstruktionsprozess	418
9.7 Zusammenfassung	423
10 Übungsaufgaben	425
10.1 Aufgabenstellungen	425
10.1.1 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 1	425
10.1.2 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 2	425
10.1.3 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 3	428
10.1.4 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 4	429
10.1.5 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 5	431
10.1.6 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 6	437
10.1.7 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 7	440
10.1.8 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 8	446
10.1.9 Aufgabenstellungen zu Abschnitt 9	448
10.2 Lösungen.....	449
10.2.1 Lösungen zu Abschnitt 1	449
10.2.2 Lösungen zu Abschnitt 2.....	449
10.2.3 Lösungen zu Abschnitt 3.....	453
10.2.4 Lösungen zu Abschnitt 4.....	455
10.2.5 Lösungen zu Abschnitt 5.....	462
10.2.6 Lösungen zu Abschnitt 6.....	476
10.2.7 Lösungen zu Abschnitt 7	480
10.2.8 Lösungen zu Abschnitt 8	485
10.2.9 Lösungen zu Abschnitt 9	486
11 Werkstoffe	487
11.1 Werkstoffauswahl.....	488
11.2 Werkstoffbezeichnungen und Anwendungen	490
12 Maschinenelemente.....	493
12.1 Systematik und Einteilung	493
12.2 Informationsblätter Maschinenelemente.....	494
13 Literaturverzeichnis	511
Quellen und Weiterführende Literatur.....	511
Konstruktionslehre und Konstruktionsmethodik	511
Integrierte Produktentwicklung	511

Qualität in der Konstruktion	512
Konzepte und Lösungsprinzipien	512
Ideenfindung.....	512
Mind Mapping	513
Konstruktionskataloge	513
Bionik.....	514
Mechatronik	514
Entwerfen.....	515
Sicherheit	515
Fertigung und Montage.....	516
Lärmarm kontruieren	516
Recycling und Entsorgung.....	517
Ausarbeiten	517
Technisches Zeichnen.....	517
Stücklisten.....	518
Nummernsysteme	518
Konstruktion und Kosten	518
Rechnerunterstütztes Konstruieren	519
Werkstoffe.....	520
Maschinenelemente	520
14 Stichwortverzeichnis.....	521