

Klaus-Jörg Conrad

Grundlagen der Konstruktionslehre

**Methoden und Beispiele für den
Maschinenbau und die Gerontik[©]**

6., aktualisierte und erweiterte Auflage

mit 264 Bildern, 107 Tabellen, zahlreichen Kenntnisfragen
und Aufgabenstellungen mit Lösungen

HANSER

Fachkenntnisse

Inhaltsverzeichnis	7
1 Konstruktionslehre und Konstruktion	13
2 Grundlagen des systematischen Konstruierens	50
3 Integrierte Produktentwicklung	79
4 Konstruktionsphase Planen	131
5 Konstruktionsphase Konzipieren	169
6 Konstruktionsphase Entwerfen	250
7 Konstruktionsphase Ausarbeiten	357
8 Konstruktion und Kosten	412
9 Rechnerunterstütztes Konstruieren	454

Anwendungsübungen

10 Übungsaufgaben.....	477
Aufgabenstellungen	477
Lösungen	506

Grundlagenkenntnisse

11 Werkstoffe	548
12 Maschinenelemente	554

Literaturverzeichnis	572
----------------------------	-----

Sachwortverzeichnis	586
---------------------------	-----

■	Vorwort	5
1	Konstruktionslehre und Konstruktion	13
	1.1 Einführung und Erfahrungen	18
	1.2 Konstruktion im Betrieb	23
	1.3 Gerontik [®] – Einordnung und Begriff	26
	1.3.1 Begriff Gerontik [®]	28
	1.3.2 Zukunft-Technologien	29
	1.3.3 Erfahrung und Alter	29
	1.3.4 Demografischer Wandel	31
	1.3.5 Bedürfnisse der Menschen	32
	1.3.6 Bedeutung der Gerontik [®]	33
	1.3.7 Fachgebiete mit dem Wortbildungselement Geronto	35
	1.4 Konstruktionsmethodik	38
	1.5 Konstruktionsarten	41
	1.6 Konstruktionsmethodik – Erwartungen	45
	1.7 Zusammenfassung	49
2	Grundlagen des systematischen Konstruierens	50
	2.1 Technische Systeme	51
	2.1.1 Grundlagen und Begriffe	51
	2.1.2 Energie-, Stoff- und Informationsumsatz	54
	2.1.3 Black-Box-Methode	57
	2.1.4 Funktionsbeschreibung	59
	2.1.5 Wirkprinzipien für Teilfunktionen	62
	2.1.6 Entwicklungsschritte technischer Systeme	63
	2.2 Grundlegende Arbeitsmethoden	67
	2.3 Informationsverarbeitung in der Konstruktion	71
	2.4 Zusammenfassung	77
3	Integrierte Produktentwicklung	79
	3.1 Der Entwicklungsprozess	80
	3.2 Der Lösungsprozess	83

3.3	Bearbeiten von Ingenieuraufgaben	85
3.4	Ablauf bei der Lösungssuche	87
3.5	Ablauf des Konstruktionsprozesses	89
3.6	Interdisziplinäre Zusammenarbeit	95
3.7	Grundlagen der Kommunikation	98
3.8	Grundlagen der Teamarbeit	107
3.9	Ablauf des Designprozesses	111
3.10	Ablauf von Ergonomieprozessen	115
3.11	Useware - Entwicklungsprozess	119
3.12	Kennzahlen Entwicklung und Konstruktion	121
3.12.1	Aufgaben und Tätigkeiten	121
3.12.2	Konstruktionsarten	122
3.12.3	Durchlaufzeiten	123
3.12.4	Produktprogramm und zugekaufte Leistungen	126
3.12.5	Aufgaben und organisatorische Regelungen	128
3.13	Zusammenfassung	129

4 Konstruktionsphase Planen 131

4.1	Planen der Produkte	132
4.2	Klären der Aufgabenstellung	134
4.3	Anforderungslisten	138
4.3.1	Anforderungsarten	139
4.3.2	Anforderungskataloge	140
4.3.3	Formblatt für Anforderungslisten	145
4.3.4	Aufstellen der Anforderungsliste	146
4.3.5	Ergonomische Anforderungen	151
4.3.6	Designanforderungen	154
4.3.7	Anforderungen an Produkte der Gerontik®	156
4.4	Qualitätssicherung beim Planen	159
4.5	Quality Function Deployment (QFD)	160
4.6	Zusammenfassung	168

5 Konstruktionsphase Konzipieren 169

5.1	Abstrahieren und Problem formulieren	170
5.2	Funktionsstruktur und Funktionsanalyse	171
5.3	Lösungen finden mit merkmalsorientierten Methoden	175
5.3.1	Lösungen finden durch Analogien	176
5.3.2	Lösungen finden durch Variation	177
5.3.3	Lösungen finden durch Kombination	177
5.4	Lösungsprinzipien suchen	178
5.4.1	Analyse von Veröffentlichungen	179
5.4.2	Analyse bekannter technischer Systeme	179
5.4.3	Anregungen durch Analogien	180
5.4.4	Erkenntnisse aus Versuchen	180
5.4.5	Kreativität und Intuition	180

5.4.6	Brainstorming	183
5.4.7	Brainwriting	185
5.4.8	Methode 635	185
5.4.9	Mind Mapping	187
5.4.10	Methode Morphologischer Kasten	192
5.4.11	Methode der Ordnenen Gesichtspunkte	196
5.4.12	Methode Konstruktionskatalog-Einsatz	200
5.4.13	Methode Problemlösungsbaum	205
5.5	Konstruieren mit Zulieferkomponenten	206
5.5.1	Zulieferkomponenten und Eigenentwicklungen im Vergleich ..	207
5.5.2	Produktentwicklung mit Zulieferkomponenten	209
5.5.3	Zulieferorientiertes Konstruieren	211
5.6	Lösungen entwickeln mit Bionik	213
5.6.1	Technische Biologie und Bionik	214
5.6.2	Bionischer Denk- und Handlungsprozess	216
5.6.3	Ausblick und Hinweise	217
5.7	Lösungen entwickeln mit Mechatronik	219
5.7.1	Übersicht und Einführung	220
5.7.2	Grundlagen mechatronischer Systeme	221
5.7.3	Aktoren	222
5.7.4	Sensoren	223
5.7.5	Ausblick und Hinweise	223
5.8	Lösungen entwickeln mit Gerontik®	224
5.8.1	Nutzung von Prinzipien	225
5.8.2	Anzahl der Prinzipien	227
5.8.3	Sieben Prinzipien der Gerontik®	228
5.8.4	Grundbegriffe des Design	231
5.8.5	Die Prinzipien des Universal Design	232
5.8.6	Grundbegriffe der Ergonomie	234
5.9	Bewerten von Lösungsvarianten	236
5.9.1	Grundlagen der Bewertung	237
5.9.2	Vorteil-Nachteil-Vergleich	237
5.9.3	Dominanzmatrix	238
5.9.4	Paarweiser Vergleich	238
5.9.5	Erkennen von Bewertungskriterien	239
5.9.6	Bewertung mit Punkten	240
5.9.7	Bewertungspraxis in der Konzeptphase	242
5.10	Qualitätssicherung beim Konzipieren	246
5.11	Zusammenfassung	247

6 Konstruktionsphase Entwerfen 250

6.1	Allgemeine Forderungen an technische Produkte	250
6.2	Arbeitsschritte beim Entwerfen	251
6.3	Anwendung der Arbeitsschritte beim Entwerfen	253
6.3.1	Gelenkige Aufhängung entwerfen und gestalten	253
6.3.2	Entwerfen mit 3D-CAD/CAM-Systemen	261

6.4	Grundsätze für das Entwerfen	262
6.5	Gestaltungsgrundregeln	264
6.5.1	Grundregel „Eindeutig“	265
6.5.2	Grundregel „Einfach“	266
6.5.3	Grundregel „Sicher“	267
6.6	Gestaltungsprinzipien	270
6.6.1	Prinzipien der Kraftleitung	272
6.6.2	Regeln zur kraftflussgerechten Gestaltung	274
6.7	Gestaltungsrichtlinien	277
6.7.1	Fertigungsgerechte Gestaltung	279
6.7.2	Montagegerechte Gestaltung	293
6.7.3	Lärmarm konstruieren	301
6.7.4	Recyclinggerechte Gestaltung	306
6.7.5	Konstruktionsablauf mit Recyclingorientierung	316
6.7.6	Entsorgungsgerechte Gestaltung	333
6.8	Bewerten von Entwürfen	341
6.9	Qualitätssicherung beim Entwerfen	346
6.10	Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (FMEA)	348
6.11	Zusammenfassung	354

7 Konstruktionsphase Ausarbeiten 357

7.1	Erzeugnisgliederung	359
7.2	Zeichnungen	363
7.3	Stücklisten	366
7.3.1	Stücklistenaufbau	367
7.3.2	Stücklistenarten	371
7.3.3	Gliederung der Stücklistenarten	378
7.3.4	Verwendung von Stücklisten	379
7.4	Nummernsysteme	381
7.4.1	Nummerungstechnik – Grundlagen	381
7.4.2	Arten und Eigenschaften von Nummern	382
7.4.3	Ziele der Nummerung	383
7.4.4	Identnummern	383
7.4.5	Klassifizierungsnummern	383
7.4.6	Nummernsysteme	387
7.4.7	Sachnummern	389
7.4.8	Sachnummernsystem	390
7.5	Sachmerkmale	392
7.5.1	Sachmerkmalleisten	394
7.5.2	Anzahl und Wertigkeit der Sachmerkmale	397
7.5.3	Sachnummernsystem durch Klassifizierung über Sachmerkmale	397
7.5.4	Methode zum Erarbeiten von Sachmerkmalen	405
7.6	Qualitätssicherung beim Ausarbeiten	409
7.7	Qualitätsdenken	409
7.8	Zusammenfassung	410

8	Konstruktion und Kosten	412
8.1	Kostenbegriffe	413
8.2	Kosteneigenschaften	415
8.3	Einflussgrößen auf die Herstellkosten	416
8.3.1	Anforderungen	417
8.3.2	Lösungsprinzip	417
8.3.3	Baugröße	419
8.3.4	Stückzahl	419
8.4	Kostengünstig Konstruieren	419
8.5	Kostenermittlungsverfahren	422
8.6	Relativkosten	423
8.6.1	Vorteile und Nachteile	423
8.6.2	Erarbeiten und Aktualisieren	424
8.6.3	Darstellung und Beispiel	425
8.6.4	Gültigkeit der Relativkosten	427
8.6.5	Einsatz der Methode	427
8.7	ABC-Analyse	430
	Vorgehen und Beispiele	431
8.8	Wertanalyse	435
8.8.1	Entwicklung der Wertanalyse	437
8.8.2	Grundbegriffe der Wertanalyse	438
8.8.3	Auswahlkriterien für Wertanalyseprojekte	442
8.8.4	System Wertanalyse	442
8.9	Methode zur Kostenanalyse	445
8.10	Herstellkostenermittlung durch Kalkulation	447
8.11	Zusammenfassung	453
9	Rechnerunterstütztes Konstruieren	454
9.1	CAD/CAM – Begriffe und Systeme	454
9.1.1	CAD – Computer Aided Design	455
9.1.2	CAP – Computer Aided Planning	456
9.1.3	CAM – Computer Aided Manufacturing	456
9.1.4	CAQ – Computer Aided Quality Assurance	457
9.1.5	PPS – Produktionsplanung und -steuerung	457
9.1.6	CAD/CAM	457
9.1.7	CAID – Computer Aided Industrial Design	458
9.2	Konstruieren mit 3D-CAD/CAM-Systemen	459
9.3	Baugruppenkonstruktion mit Skeletttechnik	467
9.4	Informationstechnik und Konstruktionsprozess	470
9.5	Zusammenfassung	475
10	Übungsaufgaben	477
10.1	Aufgabenstellungen	477
10.1.1	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 1	477
10.1.2	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 2	478

10.1.3	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 3	481
10.1.4	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 4	482
10.1.5	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 5	485
10.1.6	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 6	494
10.1.7	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 7	496
10.1.8	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 8	503
10.1.9	Aufgabenstellungen zu Abschnitt 9	505
10.2	Lösungen	506
10.2.1	Lösungen zu Abschnitt 1	506
10.2.2	Lösungen zu Abschnitt 2	506
10.2.3	Lösungen zu Abschnitt 3	511
10.2.4	Lösungen zu Abschnitt 4	513
10.2.5	Lösungen zu Abschnitt 5	522
10.2.6	Lösungen zu Abschnitt 6	537
10.2.7	Lösungen zu Abschnitt 7	541
10.2.8	Lösungen zu Abschnitt 8	546
10.2.9	Lösungen zu Abschnitt 9	547
11	Werkstoffe	548
11.1	Werkstoffauswahl	549
11.2	Werkstoffbezeichnungen und Anwendungen	551
12	Maschinenelemente	554
12.1	Systematik und Einteilung	554
12.2	Informationsblätter Maschinenelemente	555
13	Literaturverzeichnis	572
	Quellen und weiterführende Literatur	572
	Konstruktionslehre und Konstruktionsmethodik	572
	Integrierte Produktentwicklung	573
	Qualität in der Konstruktion	575
	Konzepte und Lösungsprinzipien	576
	Gerontik®	578
	Entwerfen	580
	Ausarbeiten	583
	Konstruktion und Kosten	583
	Rechnerunterstütztes Konstruieren	584
	Werkstoffe	585
	Maschinenelemente	585
■	Sachwortverzeichnis	586